

BEST AVAILABLE COPY

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2001-234798

(43)Date of publication of application : 31.08.2001

(51)Int.Cl.

F02D 41/36

F02D 41/04

F02D 41/14

F02D 41/18

F02D 41/34

F02D 45/00

(21)Application number : 2000-050536 (71)Applicant : HITACHI LTD

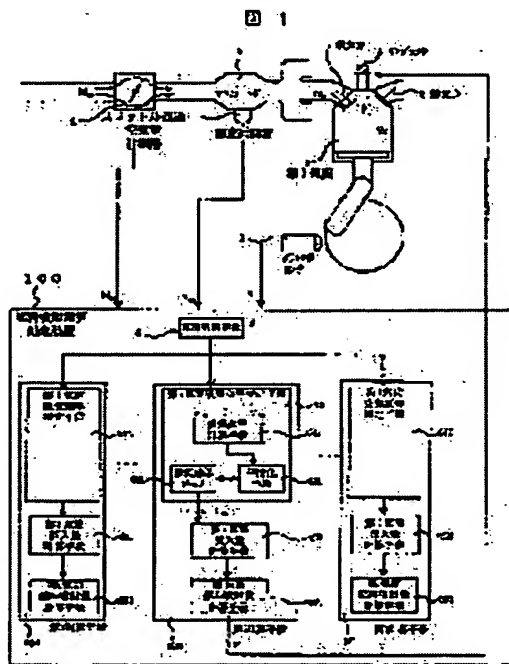
(22)Date of filing : 22.02.2000 (72)Inventor : AONO TOSHIHIRO
KOWATARI TAKEHIKO

(54) AIR-FUEL RATIO CONTROL DEVICE OF INTERNAL COMBUSTION ENGINE AND METHOD FOR ESTIMATING INTAKE AIR QUANTITY OF EACH OF CYLINDERS

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To precisely find intake air quantity of each of cylinders even when a driving state of an internal combustion engine is variously changed without forming a map of intake air efficiency for each of the cylinders for each of engines.

SOLUTION: An air-fuel ratio is controlled by measuring density of gas in a manifold, measuring quantity of air passing through a throttle, measuring an angle of a crank of the internal combustion engine, discriminating a cylinder in an air intake stroke in accordance with the crank angle, calling a computing means to correspond to the cylinder in the air intake stroke, assuming air intake efficiency by the computing means, computing the air quantity flowing into the cylinder in accordance with the air intake efficiency and the above sensor data and calculating fuel injection quantity to the cylinder in accordance with the air quantity.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

*** NOTICES ***

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1] In the air-fuel ratio control system of the internal combustion engine which controls the ratio of the fuel injected by the amount and gas column of the air which is equipped with the Taki cylinder and inhaled by each gas column Have the injector which injects the fuel which it had for every gas column, and the gas column which exists like an inhalation-of-air line based on a crank angle is identified. The count program corresponding to the gas column which exists like an inhalation-of-air line out of the count program which it had for every gas column is called. The air-fuel ratio control system of the internal combustion engine characterized by having the fuel-injection processing unit which calculates the fuel oil consumption to the injector of each gas column corresponding to the inspired air volume for every gas column which presumed inhalation-of-air dispersion for every gas column, and specified and this presumed the inspired air volume for every gas column.

[Claim 2] In the air-fuel ratio control system of the internal combustion engine which controls the ratio of the fuel injected by the amount and gas column of the air which is equipped with the Taki cylinder and inhaled by each gas column The inflow air content measuring instrument which measures the air content which passes a throttle, and the air density measuring instrument which measures the consistency of the air in an internal combustion engine's suction manifold, The crank angle sensor which measures an internal combustion engine's crank angle, and the injector which injects the fuel which it had for every gas column, Identify the gas column which exists like an inhalation-of-air line based on a crank angle, and the count program corresponding to the gas column which exists like an inhalation-of-air line out of the count program which it had for every gas column is called. Based on the consistency and crank angle of air in the air content which passes a throttle, and a suction manifold, presume the inhalation-of-air property for every gas column, and estimate is calculated. And the air-fuel ratio control system of the internal combustion engine characterized by having the fuel-injection processing unit which calculates the fuel oil consumption to the injector of each gas column corresponding to this estimate.

[Claim 3] It is the air-fuel ratio control system of the internal combustion engine characterized by said inhalation-of-air property being the inspired air volume or inhalation-of-air effectiveness for every gas column in claim 2.

[Claim 4] The air-fuel ratio control system characterized by calculating the rate of the loss at the time of air being incorporated by each gas column in the fuel-injection control unit of claim 2 based on the air content which passes a throttle, the consistency of the air in a suction manifold, and the rate of a crank angle for every gas column, calculating the air content incorporated by this gas column from the rate of this loss, the consistency of the air in a manifold, and the rate of a crank angle, and calculating the fuel oil consumption to this gas column.

[Claim 5] The air content which passes a throttle in the fuel-injection control unit of claim 2, and the consistency of the air in a suction manifold, The rate of the loss at the time of air being incorporated by each gas column based on the rate of a crank angle is calculated for every gas column. The correction factor which expresses dispersion for every gas column with breaking by common inhalation-of-air effectiveness which prepared the rate of this loss in common with all gas columns is calculated. The air-fuel ratio control system which graduated the correction factor and was characterized by calculating the rate of the loss which amended the graduated correction factor about

each gas column by hanging on common inhalation-of-air effectiveness by taking a weighted average with the last correction factor of this gas column.

[Claim 6] The air content used in claim 2 since it was filled up with a manifold from change of the consistency of the gas of a manifold is calculated. The theoretical inflow air content to the gas column at the time of setting loss of gaseous flow to 0 from the consistency of the gas in a manifold and a crank angle rate is calculated. The air-fuel ratio control system of the internal combustion engine characterized by subtracting the air content used since it was filled up with a manifold from the air content which passed the throttle, calculating inhalation-of-air effectiveness by breaking the result by the theoretical inflow air content, taking the last inhalation-of-air effectiveness and a weighted average, and graduating inhalation-of-air effectiveness.

[Claim 7] The air content used in claim 3 since it was filled up with a manifold from change of the consistency of the gas of a manifold is calculated. The theoretical inflow air content to the gas column at the time of setting loss of gaseous flow to 0 from the consistency of the gas in a manifold and a crank angle rate is calculated. The air content used since it was filled up with a manifold from the air content which passed the throttle is subtracted. By multiplying common inhalation-of-air effectiveness by the correction factor which graduated the correction factor and was graduated by calculating a correction factor by breaking the result by the product of common inhalation-of-air effectiveness common to a theoretical inflow air content and each gas column, and taking the last correction factor and a weighted average The air-fuel ratio control system characterized by calculating the inhalation-of-air effectiveness amended about each gas column.

[Claim 8] It is the air-fuel ratio control system of the internal combustion engine characterized by said fuel-injection processing unit calculating fuel oil consumption in claim 2 using this fuel-oil-consumption map including a fuel-oil-consumption map.

[Claim 9] It is the air-fuel ratio control system of the internal combustion engine characterized by constituting from a pressure sensor with which said inflow air density measuring instrument was arranged in the manifold in claim 2, and a temperature sensor.

[Claim 10] It is the air-fuel ratio control system of the internal combustion engine characterized by consisting of opening sensors which measure the opening of the pressure sensor and temperature sensor with which said inflow air density measuring instrument was arranged in the manifold in claim 2, and a throttle.

[Claim 11] It is the air-fuel ratio control system of the internal combustion engine characterized by constituting said inflow air density measuring instrument from a heat ray type air meter in claim 2.

[Claim 12] The throttle passage air content M_{th} is measured in the inflow inspired-air-volume presumption approach for every gas column of the internal combustion engine having the Taki cylinder. Augend $**P_m$ of the consistency P_m of the gas in a manifold and a consistency is calculated. Augend $**M_m$ of the gas in a manifold is calculated by applying the volume M_d of a manifold (volume of the field divided by the throttle and the inlet valve) to this augend $**P_m$. Calculate a crank angle rate by measuring a crank angle and differentiating this, and the inhalation-of-air effectiveness q is calculated by $q = (M_{th} - **M_m) / M_d$ by the following formula. The inflow inspired-air-volume presumption approach for every gas column characterized by calculating $M_c = P_m \times (\omega / 4\pi) \times V_c \times q = M_d \times q$ ($1/C$ being the volume of a gas column here), and calculating the inspired air volume to each gas column by the following formula.

[Translation done.]

* NOTICES *

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.**** shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention] It is related with the Air Fuel Ratio Control technique which controls the ratio of the fuel injected by the amount and gas column of the air inhaled by the gas column for reduction of improvement in an internal combustion engine's fuel consumption, or the harmful matter in exhaust gas. It is related with the technique which especially cancels dispersion in the air-fuel ratio according to gas column by this invention.

[0002]

[Description of the Prior Art] Although fuel oil consumption is calculated and controlled, or there is the approach of controlling fuel oil consumption so that the air content inhaled by the gas column may be measured, an air-fuel ratio may be measured from exhaust air based on this and this may be maintained at desired value in order to control an internal combustion engine's air-fuel ratio Until now as the metering device of an air content inhaled by an internal combustion engine's gas column, or a metering device of an air-fuel ratio The thing using the pressure sensor attached in the manifold represented by JP,7-42600,A, The air-fuel ratio sensor was attached in exhaust air system piping represented by the thing using the heat ray type air meter attached in inhalation-of-air system piping represented by JP,9-166464,A, and JP,7-133738,A, and there were some which are fed back so that the air-fuel ratio of exhaust air may be maintained at desired value.

[0003] Generally, the air content M_c incorporated by the gas column is proportional to the pressure P_m of a manifold, and the rotational frequency N of a crank, and it is known widely that it can approximate by $M_c = P_m \cdot N \cdot \eta \cdot V_c / R \cdot T_m$. However, they are the volume V_c of a gas column, a gas constant R , and the temperature T_m of the gas in a manifold. Although η is called inhalation-of-air effectiveness (called a charging efficiency, volumetric efficiency, etc. depending on reference) and the loss of an inflow in a gas column arises by the timing of closing motion of the configuration of the inlet port of a manifold and a gas column, or the inlet valve of a gas column inlet port, it is the value what% of air is incorporated by the gas column, as a result of the loss. Since it changes with the pressure P_m of a manifold, and the rotational frequencies N of a crank a little, η is expressed as a map of P_m or N .

[0004] In JP,7-42600,A, the approach of the so-called speed density is adopted. By this approach, the map of the inhalation-of-air effectiveness as a function of an engine rotational speed and the pressure of a suction manifold was prepared in advance, at the time of operation, an engine rotational speed and the pressure of a manifold were measured and inspired air volume was calculated based on the inhalation-of-air effectiveness which searches a map and is acquired from an engine rotational speed and the pressure of a manifold, the engine speed observed, and the inhalation-of-air manifold-pressure force. Even if operational status changes by searching with this method from a map the inhalation-of-air effectiveness which changes with an internal combustion engine's operational status, it enables it to calculate the inhalation air content to a right gas column.

[0005] In JP,9-166464,A, the inflow air content to a gas column is measured with the heat ray type air meter. This method arranges a heat ray type air meter to the inhalation-of-air inflow path of the gas column upstream, and measures the air content to which air passes through the cross section where the heat ray type air meter was arranged. By this method, since the absolute magnitude of passage air is calculated directly, there is a merit that the map of inhalation-of-air effectiveness is not

needed.

[0006] An air content is not measured, but an air-fuel ratio is measured, and fuel oil consumption is controlled by JP,7-133738,A to maintain this at desired value. By this method, one broader-based air-fuel ratio sensor will be arranged in the exhaust air system set section, the rotation of an exhaust air gas column and delay after being exhausted from a gas column until it affects an air-fuel ratio sensor will be modeled, and the air-fuel ratio for every gas column will be presumed by the observer. By this method, the air-fuel ratio according to gas column which was not taken into consideration is measured in two well-known examples of point **.

[0007] Moreover, JP,9-22884,A, No. 126006 [nine to], and No. 6460 [11 to] are just going to make reference about an inhalation air content.

[0008]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] It is said that the air content included in an internal combustion engine's gas column varies about 5% to about 10% for every gas column. For this reason, in having injected the fuel of the same amount as all gas columns, air-fuel ratios differ for every gas column, in the gas column injected from the target air-fuel ratio in the fuel, there is a problem that harmful matter, such as a hydrocarbon in exhaust gas, increases in number, and there is a problem that the rate of nitrogen oxide increases or nonuniformity produces a fuel to torque in the gas column injected fewer than a target air-fuel ratio. [many]

[0009] The average of the inhalation-of-air effectiveness at the time of air flowing into all gas columns from a manifold is held as a map of inhalation-of-air effectiveness, and if the pressure of a manifold is fixed and it is in the approach which injected the fuel of the same amount as all gas columns, dispersion will arise in the air-fuel ratio for every gas column.

[0010] Although the air content which flows into a suction manifold is calculated correctly, if it is in the approach which is not taken into consideration about the rate that the air which flowed into the manifold is distributed to each gas column, since it thinks as that to which air is distributed at same rate as all gas columns, dispersion for every gas column of an air-fuel ratio arises.

[0011] The air-fuel ratio of air which burned and reached the exhaust pipe through the exhaust air process will be measured, and control of the combustion injection quantity will be overdue by internal combustion engine 2 rotation by the approach to which observe and begin for the rate of a fuel to have fallen by the air-fuel ratio sensor of an exhaust pipe, and the rate of a fuel is made to increase in order to keep this constant.

[0012] In this invention, before burning, the air content inhaled by each gas column is presumed, a fuel is injected corresponding to dispersion in distribution of the air of every gas column, and it aims at controlling dispersion in the air-fuel ratio for every gas column, and realizing highly precise Air Fuel Ratio Control with sufficient responsibility.

[0013]

[Means for Solving the Problem] This invention is equipped with the injector which injects the fuel which it had for every gas column, identifies the gas column which exists like an inhalation-of-air line based on a crank angle, calls the count program corresponding to the gas column which exists like an inhalation-of-air line out of the count program which it had for every gas column, and was equipped with the fuel-injection processing unit which calculates the fuel oil consumption to the injector of each gas column corresponding to the inspired air volume for every gas column which presumed and this presumed inhalation-of-air dispersion for every gas column.

[0014] This invention specifically offers the equipment hung up over a degree.

[0015] In the air-fuel ratio control system of the internal combustion engine which controls the ratio of the fuel injected by the amount and gas column of the air which this invention is equipped with the Taki cylinder and inhaled by each gas column The inflow air content measuring instrument which measures the air content which passes a throttle, and the inflow air density measuring instrument which measures the consistency of the air in an internal combustion engine's suction manifold, The crank angle sensor which measures an internal combustion engine's crank angle, and the injector which injects the fuel which it had for every gas column, Identify the gas column which exists like an inhalation-of-air line based on a crank angle, and the count program corresponding to the gas column which exists like an inhalation-of-air line out of the count program which it had for every gas column is called. Based on the consistency and crank angle of air in the air content which

passes a throttle, and a suction manifold, presume the inhalation-of-air property for every gas column, and estimate is calculated. And the air-fuel ratio control system of the internal combustion engine having the fuel-injection processing unit which calculates the fuel oil consumption to the injector of each gas column corresponding to this estimate is offered.

[0016] Said inhalation-of-air property is the inspired air volume or inhalation-of-air effectiveness for every gas column.

[0017] In the inflow inspired-air-volume presumption approach for every gas column of an internal combustion engine that this invention was equipped with the Taki cylinder Measure the throttle passage air content M_{th} and augend $**P_m$ of the consistency P_m of the gas in a manifold and a consistency is calculated. Augend $**M_m$ of the gas in a manifold is calculated by applying the volume M_d of a manifold (volume of the field divided by the throttle and the inlet valve) to this augend $**P_m$. Calculate a crank angle rate by measuring a crank angle and differentiating this, and the inhalation-of-air effectiveness q is calculated by $q = (M_{th} - **M_m) / M_d$ by the following formula. The inflow inspired-air-volume presumption approach for every gas column of calculating $M_c = P_m \times (\omega / 4\pi) \times V_{cxq} = M_{dxq}$ ($1/C$ being the volume of a gas column here), and calculating the inspired air volume to each gas column by the following formula is offered.

[0018] The approach of equalizing inspired-air-volume dispersion for every gas column, and controlling dispersion in the air-fuel ratio for every gas column by inflow inspired-air-volume presumption for every gas column is offered.

[0019]

[Embodiment of the Invention] Air Fuel Ratio Control>> based on inhalation-of-air effectiveness presumption classified by gestalt 1:gas column of <<invention implementation The configuration of this invention is explained using drawing 1.

[0020] The air incorporated from an internal combustion engine's outside passes a throttle, and is incorporated by the manifold 9. By adjusting the amount of the air passed according to the aperture condition of a throttle, the torque generated from an internal combustion engine can be adjusted.

[0021] The air which passed the throttle fills a manifold 9, passes the tee of a manifold 9, and is incorporated in a gas column 5. An inlet valve 7 is between the tee of a manifold 9, and a gas column 5, this is interlocked with whenever [crank angle] and operates, when there is this gas column 5 like an inhalation-of-air line, it opens, and the air of a manifold 9 is incorporated by this gas column 5.

[0022] In this way, in order to measure the amount M_c of the air incorporated by the gas column 5, the throttle passage air content measuring instrument 2, the consistency measuring instrument 1 which measures the consistency of the air in a manifold in the set section of a manifold 9, and the crank angle sensor 3 are attached.

[0023] The gas column distinction means 6 with which the fuel-injection processing unit 100 was equipped distinguishes the gas column which exists like an inhalation-of-air line based on crank angle θ . The thing corresponding to the gas column distinguished when count means 601-60I (however, I the number of gas columns) to have calculated the air content M_c which flowed into the gas column 5 (the i-th cylinder), and to calculate the fuel oil consumption F_i to this gas column 5 based on this air content M_c were prepared for every gas column and it was like the inhalation-of-air line with the gas column distinction means 6 is called.

[0024] In called count means 60i, the inhalation air content M_c from the crank rotational speed ω which presumes inhalation-of-air effectiveness et_{ai} (number of the gas column which takes the value of $i1-I$) of this gas column 5, differentiates the output of presumed inhalation-of-air effectiveness et_{ai} , consistency ρ_{om} of the manifold measured by the consistency measuring instrument 1, and the crank angle sensor 3, and is obtained to a gas column 5 is calculated.

[0025] The amount M_d of the air which will flow into a gas column 5 if the ideal case where there is no loss of flow is considered in case air is inhaled by the gas column 5 from a manifold 9 sets the volume of a gas column 5 to V_c , and is [0026].

[Equation 1]

$$M_d = \rho_m \times (\omega / 4\pi) \times V_c$$

[0027] The amount M_c of the air which actually flows into a gas column 5 using the rate (this is inhalation-of-air effectiveness et_{ai}) which flows into a gas column as a result of a loss since the loss of flow occurs in fact by the configuration of a manifold tee or a gas column inlet port and the timing

of closing motion of an inlet valve 7 although come out and given is [0028].

[Equation 2]

$$M_c = \rho_m \times (\omega / 4 \pi) \times V_c \times \eta_i = M_d \times \eta_i$$

[0029] It is come out and calculated. Since inhalation-of-air effectiveness has dispersion for every gas column, precise control of an air-fuel ratio is attained by being calculated for every gas column. [Count of inhalation-of-air effectiveness] explains later an example of the approach of count of inhalation-of-air effectiveness.

[0030] In this way, when the inhalation air content M_c to this gas column 5 is calculated, it is the fuel oil consumption F_i from this and the target air-fuel ratio λ to this gas column [0031]

[Equation 3]

$$F_i = M_c / \lambda$$

 [0032] It calculates more. The injection quantity F_i calculated when becoming the timing which should judge the fuel-injection timing of this gas column 5, and should be injected from crank angle θ is injected from an injector 4.

[0033] Drawing 2 summarized this operations sequence as a step Fig. First, the air content M_{th} which passes a throttle is measured (step 201), consistency ρ_m of the gas in a manifold is measured (step 202), and crank angle θ is measured (step 203). Based on this crank angle θ , it is distinguished whether 5 [cylinder / i-th] is an inhalation-of-air line (step 204). If 5 [cylinder / i-th] is an inhalation-of-air line, i-th count means 60i will be called (step 205), and cylinder [i-th] inhalation-of-air effectiveness η_i of 5 will be calculated based on the crank angle rate ω which differentiates the i-th cylinder inhalation-of-air effectiveness presumption means 61i-61I, the throttle passage air content M_{th} , manifold bashful volume density ρ_m , and crank angle θ , and is obtained (step 206). This inhalation-of-air effectiveness η_i , vapor density ρ_m in a manifold 9, and 62i-62I (step 207) by which the i-th cylinder of the inhalation air content M_c of 5 is calculated from the crank angle rate ω based on several 2. 63i-63I (step 208) which will calculate the fuel oil consumption F_i to this gas column by several 3 based on this and the target air-fuel ratio λ if the inhalation air content M_c to this gas column 5 is calculated. If crank angle θ is set to include-angle θ_{tai} which injects a fuel in this gas column 5 (step 209,210), the i-th injector 4 will inject the fuel of the calculated amount (step 211).

[0034] Thus, by establishing the count means 601-60I for every gas column, calculating the inhalation air content to a gas column by being based on the inhalation-of-air effectiveness for every gas column being calculated, and calculating the fuel oil consumption to a gas column, it is adapted for dispersion in the inhalation-of-air effectiveness in a gas column, and precise control of an air-fuel ratio is attained.

[0035] Since the air contents M_c which flow into a gas column 5 from a manifold 9 differ even if the crank rotational speed ω is the same as consistency ρ_m in a manifold 9, when it is charging-stroke initiation when inhalation-of-air effectiveness differs for every [count of inhalation-of-air effectiveness] gas column, the throttle passage air content M_{th} depending on change of consistency ρ_m of the air in a manifold 9, as a result throttle vertical Nagare's consistency difference is different. Then, the air content M_{th} which passes a throttle and 64i which computes inhalation-of-air effectiveness from consistency ρ_m of a manifold 9. When 5 [cylinder / i-th] is like [inhalation-of-air line] and augend ΔM_m of the air flow rate M_{th} which passes a throttle, and the air content in a manifold 9 is used, the air content M_{ci} which flows into 5 the i-th cylinder from drawing 3 is [0036].

[Equation 4]

$$M_{ci} = M_{th} - \Delta M_m$$

[0037]

[Equation 5]

$$\Delta M_m = V_c \times \Delta \rho_m$$

[0038] Be alike is calculated. From this and several 2, cylinder [i-th] inhalation-of-air effectiveness η_i is [0039].

[Equation 6]

$$\eta_i = (M_{th} - \Delta M_m) / M_d$$

[0040] It can come out and calculate. This denominator will be [0041] if this will be called the ideal inflow M_d , since it is inflow when inhalation-of-air effectiveness is ideal at 1.

[Equation 7]

$$\text{第}i\text{気筒の吸気効率} = \frac{\text{スロットル通過空気量} - \text{マニフールド充填空気量}}{\text{理想流入量}}$$

[0042] It becomes.

[0043] By the way, it is known that the detection precision of the throttle passage air content M_{th} is not so good. Although inhalation-of-air effectiveness η_{ai} is dependent on vapor density ρ_{hm} in an internal combustion engine's operational status, especially a manifold 9, and the crank rotational speed ω , since the change is loose, it is what (65i) inhalation-of-air effectiveness η_{ai} called for by several 6 is graduated for, and can raise the precision of inhalation-of-air effectiveness presumption. Graduated inhalation-of-air effectiveness η_{ai} is memorized to inhalation-of-air effectiveness memory 66i.

[0044] The computational procedure of inhalation-of-air effectiveness η_{ai} is explained using drawing 4.

[0045] First, the throttle passage air content M_{th} is measured (step 401). Next, it asks for consistency ρ_{hm} of the gas in a manifold 9 with the densitometry means 1, and augend ΔM_m of the gas in a manifold 9 is calculated by applying the volume (volume of the field divided by the throttle and the inlet valve 7) of a manifold 9 to this augend $\Delta \rho_{hm}$ (step 402).

[0046] Crank angle θ is measured, the crank angle rate ω is calculated by differentiating this, and the ideal inflow M_d to a gas column i is calculated by the-one number from consistency ρ_{hm} of the gas in this and a manifold 9 next (step 403). Based on several 6, inhalation-of-air effectiveness η_{ai} is calculated based on these count results (step 404).

[0047] Inhalation-of-air effectiveness η_{ai} is graduated by taking the weighted average of inhalation-of-air effectiveness η_{ai} which read inhalation-of-air effectiveness η_{ai} when this gas column 5 suits like an inhalation-of-air line last time from inhalation-of-air effectiveness memory 66i (step 405), and asked for it last time, and this inhalation-of-air effectiveness η_{ai} (step 406).

[0048] Thus, by asking for inhalation-of-air effectiveness η_{ai} , it is adapted for dispersion for every gas column, and the inhalation-of-air effectiveness for every gas column can be searched for with a sufficient precision.

[0049] Using as a concrete sensor for measuring the consistency of [measurement of consistency] gas combining a pressure sensor and a temperature sensor is mentioned as an example. From the definition of a consistency, and a gaseous equation of state, it is [0050].

[Equation 8]

$$\rho = n / V = P / RT$$

[0051] It comes out, and since it is, a consistency ρ is called for by breaking the gaseous pressure P by temperature T , and amending a unit with a gas constant R . If a pressure sensor 11 and a temperature sensor 12 are arranged in the set section of a manifold 9 and it calculates according to several 8 within the count means 60 as shown in drawing 5 in order to measure the consistency of a manifold 9 like this example, consistency ρ_{hm} of the gas in a manifold 9 will be called for.

[0052] An example of the configuration of the concrete sensor for calculating the air content M_{th} which passes the [measurement 1 of throttle passage air content] throttle is shown in drawing 6. The air content M_{th} which passes a throttle is decided by throttle vertical Nagare's pressures P_a and P_m , temperature T_a and T_m , and the throttle opening α . The way of asking is [0053].

[Equation 9]

$$M_t = C_t A_t (1 - \cos \alpha) \frac{P_a}{\sqrt{RT_a}} \sqrt{\frac{2k}{k-1}} \sqrt{\left(\frac{P_m}{P_a}\right)^{\frac{2}{k}} - \left(\frac{P_m}{P_a}\right)^{\frac{k+1}{k}}}$$

[0054] It comes out and a certain thing is introduced with the book of hydrodynamics (for example, Kazuyasu Matsuo work "compressible-fluid dynamics", p.). 64). As for a throttle opening sensor and 14, 13 is [a pressure sensor and 15] temperature sensors here.

[0055] Therefore, if the procedure of calculating the air content M_{th} which passes a throttle using the

sensor of a configuration as shown in drawing 6 is explained using drawing 7. The outside atmospheric pressure P_a is measured with the pressure sensor 14 arranged on the throttle upstream (step 701). Manifold-pressure P_m is measured with the pressure sensor 11 arranged on the throttle lower stream of a river (step 702). Outside air temperature T_a is measured with the temperature sensor 15 arranged on the throttle upstream (step 703). The manifold temperature T_m is measured with the temperature sensor 12 arranged on the throttle lower stream of a river (step 704). What is necessary is to measure the throttle opening α by the throttle opening sensor 13 (step 705), and just to calculate the SURUTTORU passage air content M_{th} using several 9 within the count means 60 (step 706).

[0056] There is an approach using a heat ray type air meter as other approaches of measuring the [measurement 2 of throttle passage air content] throttle passage air content M_{th} . Although the heat ray type air meter is described by JP,9-166464,A etc., in case a gas passes through the cross section where the heat ray was allotted, a gaseous flow rate will be measured with the heating value taken from a heat ray. In the example of this invention, as shown in drawing 8, the heat ray type air meter 16 is arranged for the upstream of a throttle, and the throttle passage air content M_{th} is measured by reading this measurement data with the count means 60.

[0057] By establishing such a densitometry means 1 and the throttle passage air content measurement means 2, establishing the count means 601-60I for every gas column, calculating the inhalation air content M_c to a gas column by being based on the inhalation-of-air effectiveness for every gas column being calculated, and calculating the fuel oil consumption to a gas column, it is adapted for dispersion in the inhalation-of-air effectiveness in a gas column, and precise control of an air-fuel ratio is attained.

[0058] gestalt 2: of <<invention implementation -- Air Fuel Ratio Control>> using a dispersion correction factor the whole gas column -- inhalation-of-air effectiveness changes with an internal combustion engine's operational status gently. Although the inhalation-of-air effectiveness acquired from current measurement data was graduated by taking the past inhalation-of-air effectiveness and a weighted average and improvement in precision was aimed at in [count of inhalation-of-air effectiveness], it is also possible that the load over a current value and the past value applies, and change of inhalation-of-air effectiveness cannot be followed depending on the direction.

[0059] If it is the internal combustion engine of the same class, it will be thought that there are not so a difference in the configuration of the function of the inhalation-of-air effectiveness by the individual and a difference in the configuration of the function of the inhalation-of-air effectiveness in a gas column. When common inhalation-of-air effectiveness which shows the inhalation-of-air effectiveness of the 1st cylinder, the inhalation-of-air effectiveness of the 2nd cylinder, and the average inhalation-of-air effectiveness of all gas columns is graph-ized as a function of the consistency of the gas in a manifold, the correction factor which became, for example like drawing 9 (a), and broke the inhalation-of-air effectiveness of each gas column by common inhalation-of-air effectiveness is 1.0 like drawing 9 (b). It is thought that it becomes a neighboring gently-sloping function. Then, the dynamic part which changes according to an internal combustion engine's operational status prepares a common inhalation-of-air effectiveness map in advance. By presuming the part of the scale parameter which changes by every individual of every gas column and an internal combustion engine as a correction factor, and multiplying a common inhalation-of-air effectiveness map and the correction factor for every gas column The inhalation-of-air effectiveness presumption means which follows change of the inhalation-of-air effectiveness by change of an internal combustion engine's operational status, and can respond also to dispersion in every gas column and the inhalation-of-air effectiveness for every internal combustion engine individual is described.

[0060] A configuration is shown in drawing 10. The same number is given to the same configuration as drawing 1, and explanation is not repeated. Compared with the air-fuel ratio control system shown in drawing 1, the inhalation-of-air effectiveness map 21 common to all gas columns is newly prepared, and, moreover, the inhalation-of-air effectiveness presumption means 611-61I corresponding to each gas column differ.

[0061] Correction factor count means 67i inhalation-of-air effectiveness presumption means 61i of 5 presumes the i-th cylinder of a correction factor C_i to be from the throttle passage air content M_{th} ,

the consistency M_{th} of the air of a manifold 9, and the crank angle rate ω , Correction factor memory 69i which memorizes the correction factor C_i when this gas column 5 suits like an inhalation-of-air line last time, and memorizes the result of having taken the weighted average with the correction factor C_i newly called for from measurement data this time, It consists of inhalation-of-air effectiveness amendment means 68i which calculates amendment inhalation-of-air effectiveness η_{ai} which had the difference for every gas column amended from smoothing means 65i which calculates this weighted average, and the called-for correction factor C_i and the inhalation-of-air effectiveness η_0 read from the inhalation-of-air effectiveness map 21.

[0062] Since parts other than the inhalation-of-air effectiveness presumption means 611 - 61I are completely the same as that of the thing of drawing 1 among the air-fuel ratio control systems of drawing 10, actuation of inhalation-of-air effectiveness presumption means 61i is explained here.

[0063] If inhalation-of-air effectiveness η_{ai} is considered as product $\eta_i = \eta_0 \times C_i$ of the component η_0 which is common to all gas columns and changes with an internal combustion engine's operational status, and the component C_i of the scale factor by dispersion for every gas column, it will be [0064] from several 6.

[Equation 10]

$$C_i = (M_{th} - \Delta M_m) / M_d \times \eta_i$$

[0065] The component which changes with operational status is removed by breaking a next door and the several 6 right-hand side by the common inhalation-of-air effectiveness η_0 read from the inhalation-of-air effectiveness map 21, and the correction factor C_i which takes an almost fixed value for every gas column is obtained.

[0066] Inhalation-of-air effectiveness η_{ai} by which dispersion for every gas column was amended is obtained by reading and applying the common inhalation-of-air effectiveness η_0 according to operational status from the inhalation-of-air effectiveness map 21, after graduating this.

[0067] The presumed procedure of inhalation-of-air effectiveness η_{ai} in this inhalation-of-air effectiveness presumption means 61i is explained using the step Fig. of drawing 11.

[0068] The throttle passage air content M_{th} is measured first (step 1101). Next, augend ΔM_m of the gas in a manifold 9 is calculated from consistency ρ_{om} of the gas in the manifold 9 measured from the densitometry means 1 (step 1102).

[0069] From consistency ρ_{om} of the gas in the crank angle rate ω and a manifold 9, the ideal inflow M_d to a gas column i is calculated by the-one number (step 1103), and the common inhalation-of-air effectiveness η_0 is read from the inhalation-of-air effectiveness map 21 next according to an internal combustion engine's operational status (step 1104). Based on several 10, a correction factor C_i is calculated based on these count results (step 1105).

[0070] A correction factor C_i is graduated by taking the weighted average of the correction factor C_i which read the correction factor C_i when this gas column suits like an inhalation-of-air line last time from the correction factor memory 21 (step 1106), and asked for it last time, and this correction factor C_i (step 1107).

[0071] Multiplying-by this correction factor C_i -common inhalation-of-air effectiveness η_0 inhalation-of-air effectiveness η_{ai} is called for (step 1108).

[0072] Thus, inhalation-of-air effectiveness η_{ai} is divided into the common inhalation-of-air effectiveness η_0 which changes depending on an internal combustion engine's operational status, and the correction factor C_i depending on a gas column, and is considered, the common inhalation-of-air effectiveness η_0 prepares the map in advance, by presuming at the time of operation, the precision of a correction factor C_i is good, moreover, change of the inhalation-of-air effectiveness by change of an internal combustion engine's operational status can be followed quickly, and it can ask it for different inhalation-of-air effectiveness for every gas column.

[0073] gestalt 3: of <<invention implementation -- Air Fuel Ratio Control>> which prepares a fuel-oil-consumption map for every gas column -- although inhalation-of-air effectiveness presumed and the combustion injection quantity calculated based on this inhalation-of-air effectiveness in gestalt 1>> of <<invention implementation, operating an internal combustion engine, the air-fuel ratio control system of preparing sensor data and the map of the relation of fuel oil consumption for every gas column, controlling the fuel oil consumption for every gas column by searching this map, and controlling an air-fuel ratio to a precision the whole gas column is also considered. I hear that the

thing of the count engine performance in which a count means to carry in an air-fuel ratio control system is low can also realize highly precise Air Fuel Ratio Control according to gas column, and it has the merit of such equipment.

[0074] The configuration of this air-fuel ratio control system is explained using drawing 12. In addition, [creation of a fuel-oil-consumption map] describes the creation approach of a map a back forge fire.

[0075] Compared with the air-fuel ratio control system which shows the configuration of this equipment to drawing 1, the count means 601-60I with which each gas column was equipped differ. These count means 601-60I consist of the fuel-oil-consumption maps 711-71I in which the relation between measurement data and the fuel oil consumption for every gas column is shown, the throttle passage air content Mth and manifold bashful volume density rhom, and fuel-oil-consumption count means 701-70I to read fuel oil consumption from the fuel-oil-consumption maps 711-71I based on the crank angle rate omega, and to send the command of the injection quantity to an injector 4.

[0076] Such count means 601-60I are explained using drawing 13 about the operations sequence of the air-fuel ratio control system with which each gas column was equipped.

[0077] First, measurement (step 1201) of an air content Mth which passes a throttle, measurement (step 1202) of consistency rhom of the gas in a manifold, and measurement (step 1203) of crank angle theta are performed. Based on this crank angle theta, it is distinguished whether 5 [cylinder / i-th] is an inhalation-of-air line (step 1204), and if 5 [cylinder / i-th] is an inhalation-of-air line, i-th count means 60i will be called (step 1205).

[0078] If the i-th count means is called, based on the throttle passage air content Mth, manifold bashful volume density rhom, and the crank angle rate omega, fuel-oil-consumption count means 70i will be searching fuel-oil-consumption map 71i, and will calculate the fuel oil consumption Fi to the i-th cylinder (step 1206). If crank angle theta is set to include-angle thetai which injects a fuel in this gas column 5 (steps 1207 and 1208), the i-th injector will inject the fuel of the calculated amount Fi (step 1209).

[0079] Equipment for [creation of fuel-oil-consumption map] fuel-oil-consumption maps 711-71I to create is explained using drawing 14.

[0080] The throttle control unit 1401 which controls the throttle passage air content Mth by controlling the opening of an internal combustion engine's throttle in order to create the fuel-oil-consumption maps 711-71I, The load generator 1402 which adjusts the rotational speed omega of a crank by it being attached in a crank and giving a load, Fuel oil consumption is calculated based on the sensor data from the throttle passage air content instrumentation 2, the manifold-pressure instrumentation 1, and the crank angle sensor 3, and the fuel-oil-consumption map listing device 1403 which records the relation between these sensors data and fuel oil consumption on the fuel-oil-consumption maps 711-71I is used.

[0081] The operations sequence of the fuel-oil-consumption map listing device 1403 is explained using drawing 14.

[0082] First, the fuel-oil-consumption map listing device 1403 sends the load which gives the command value of throttle opening to the throttle control means 1401 at delivery (step 1501) and a crank to the load generating means 1402 (step 1502). An internal combustion engine's operational status is set up by this, and the various throttle flow rates Mth and manifold consistency rhom, and the crank angle rate omega can be realized by it. In this way, the fuel-injection map listing device 1403 reads the throttle passage air content Mth of the internal combustion engine which had operational status set up (step 1503), manifold consistency rhom (step 1504), and crank angle theta (step 1505). The fuel-injection map listing device 1403 distinguishes which gas column there is like an inhalation-of-air line based on read crank angle theta (step 1506). Based on this distinction result, count of inhalation-of-air effectiveness etai of the gas column 5 which exists like an inhalation-of-air line is performed by 1403 in a fuel-injection map listing device (step 1507). The count approach of inhalation-of-air effectiveness etai is the same as that of the above-mentioned [count of inhalation-of-air effectiveness]. Following on count of inhalation-of-air effectiveness etai, count (step 1508) of the air content Mc which flowed into this gas column 5, and count Fi (step 1509) of the fuel injected in this gas column 5 are performed. This count approach is the same as that of what was stated by operation gestalt 1>> of <<invention. Based on the calculated fuel oil consumption Fi, the fuel-

injection map listing device 1403 injects a fuel-injection command to the injector 4 of this gas column 5, and delivery and an injector 4 inject a fuel (step 1510). The set of the throttle passage air content M_{th} at this time, manifold consistency ρ_{hom} , the crank angle rate ω , and fuel oil consumption F_i is saved for every gas column 1403 in a fuel-oil-consumption map listing device (step 1511). If sufficient quantity of measurement data and the set of the injection quantity are saved, these data will be interpolated, the map for searching fuel oil consumption from the throttle passage air content M_{th} , manifold consistency ρ_{hom} , and the crank angle rate ω will be created for every gas column, and this map will be written in the fuel-oil-consumption maps 711-71I in an air-fuel ratio control system (step 1513). If sufficient measurement data and the set of the injection quantity are not saved, it will return to step 1501 and data collection will be performed further.

[0083] Thus, count of the fuel oil consumption in operation gestalt 1>> of <<invention is performed by the fuel-oil-consumption map listing device 1403 prepared apart from the air-fuel ratio control system. By controlling fuel oil consumption by searching this map for that result in the case of writing and actual operation on the fuel-oil-consumption maps 711-71I in an air-fuel ratio control system Precise Air Fuel Ratio Control corresponding to dispersion in the inhalation-of-air effectiveness for every gas column becomes possible, pressing down low the count load of the count means 601-60I in an air-fuel ratio control system.

[0084]

[Effect of the Invention] It becomes possible to control the air-fuel ratio in a gas column by measuring the inhalation air content to a gas column, and controlling fuel oil consumption, presuming different inhalation-of-air effectiveness for every engine or gas column, to a precision. By this, it can contribute to an improvement of an internal combustion engine's fuel consumption and reduction of the harmful matter in exhaust gas.

[Translation done.]

* NOTICES *

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.**** shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

DESCRIPTION OF DRAWINGS

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] Drawing showing an example of the configuration of the operation gestalt of this invention.

[Drawing 2] Drawing showing an example of the operations sequence of the operation gestalt of this invention.

[Drawing 3] Drawing showing the relation of increase and decrease of the air content in the operation gestalt of this invention.

[Drawing 4] Drawing showing an example of the presumed procedure of the inhalation-of-air effectiveness of the operation gestalt of this invention.

[Drawing 5] Drawing showing an example of the sensor configuration for the densitometry of the operation gestalt of this invention.

[Drawing 6] Drawing showing an example of the sensor configuration for measurement of the throttle passage air content of the operation gestalt of this invention.

[Drawing 7] Drawing showing an example of the computational procedure of the throttle passage air content of the operation gestalt of this invention.

[Drawing 8] Drawing showing other examples of the sensor placement for measurement of the throttle passage air content of the operation gestalt of this invention.

[Drawing 9] Drawing showing an example of drawing showing dispersion in the inhalation-of-air effectiveness for every gas column, and change of the inhalation-of-air effectiveness by operational status.

[Drawing 10] Drawing showing an example of an operation gestalt using the common inhalation-of-air effectiveness map of this invention.

[Drawing 11] Drawing showing an example of the operations sequence of an operation gestalt using the common inhalation-of-air effectiveness map of this invention.

[Drawing 12] Drawing showing an example of the operation gestalt which prepares the inhalation-of-air effectiveness map according to gas column of this invention in advance.

[Drawing 13] Drawing showing an example of the operations sequence of the operation gestalt which prepares the inhalation-of-air effectiveness map according to gas column of this invention in advance.

[Drawing 14] Drawing showing an example of the means for preparing the inhalation-of-air effectiveness map according to gas column of this invention in advance.

[Drawing 15] Drawing showing an example of the procedure which prepares the inhalation-of-air effectiveness map according to gas column of this invention in advance.

[Translation done.]

* NOTICES *

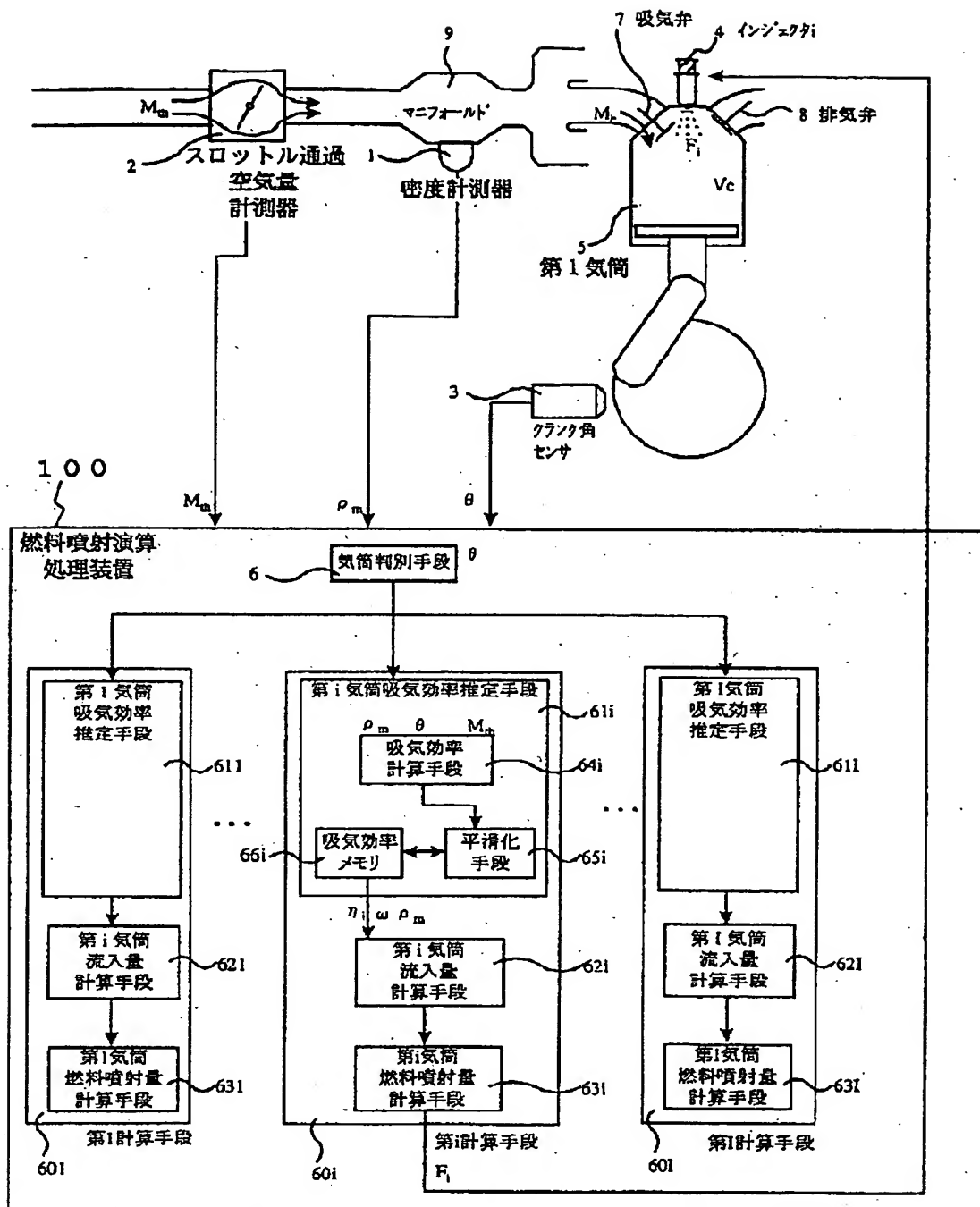
JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.**** shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

DRAWINGS

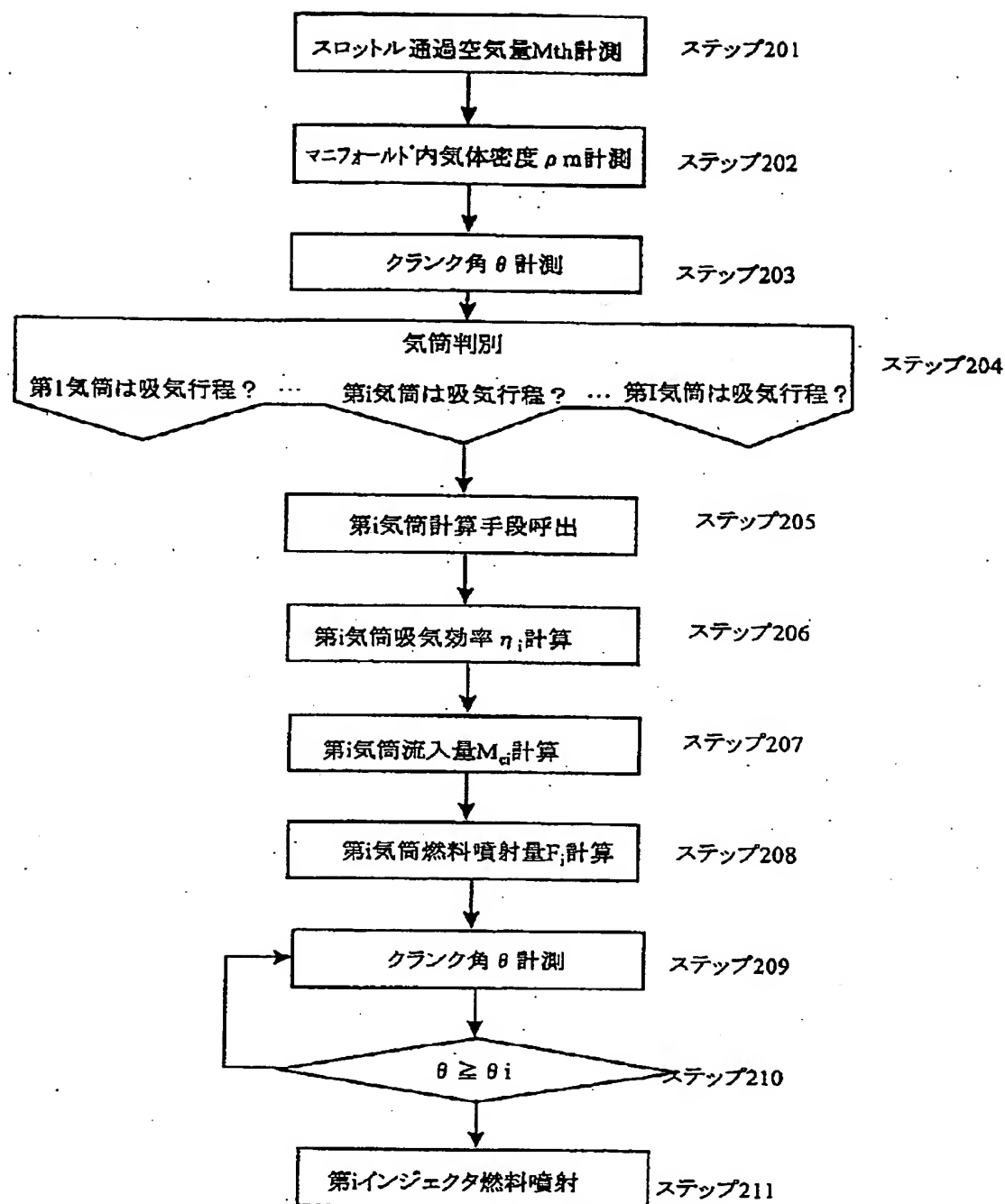
[Drawing 1]

図 1



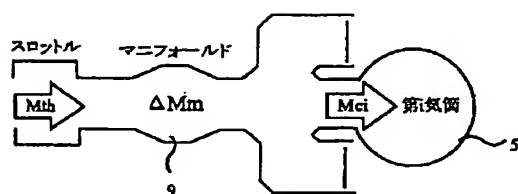
[Drawing 2]

图 2



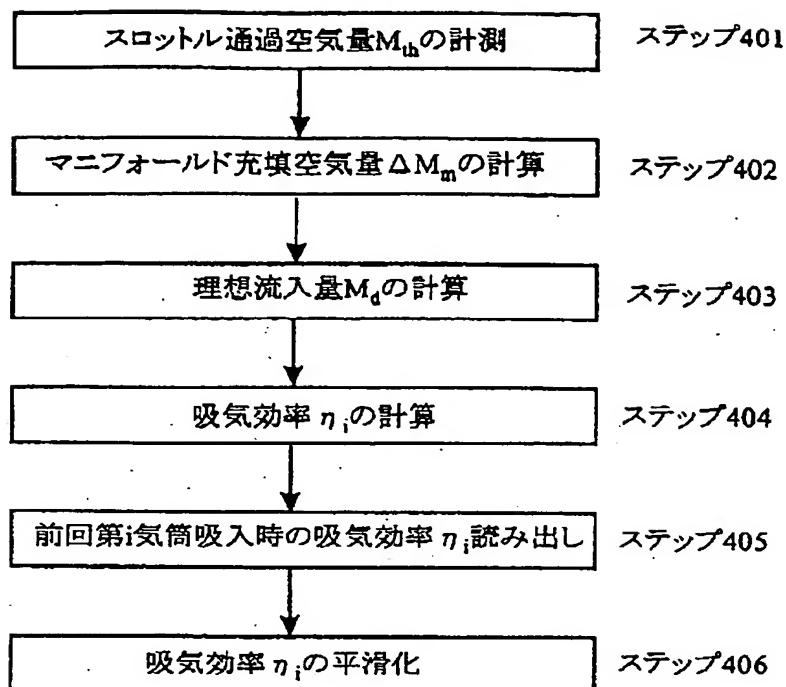
[Drawing 3]

图 3



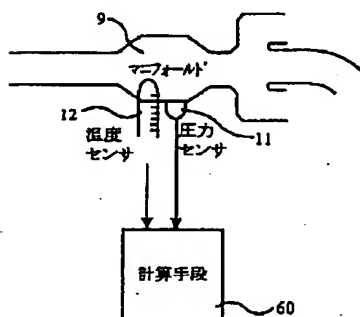
[Drawing 4]

図 4



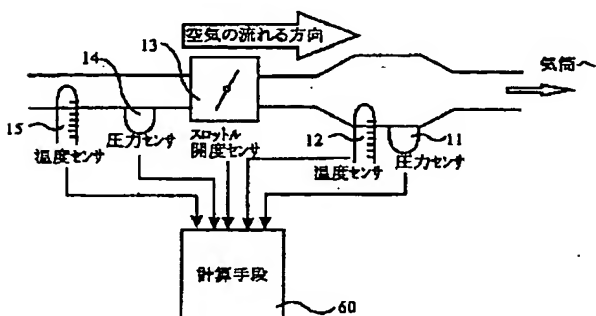
[Drawing 5]

図 5



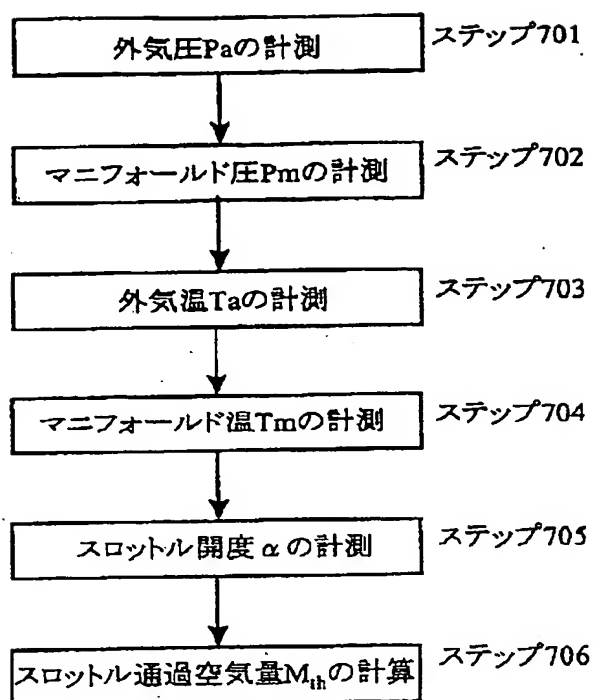
[Drawing 6]

図 6



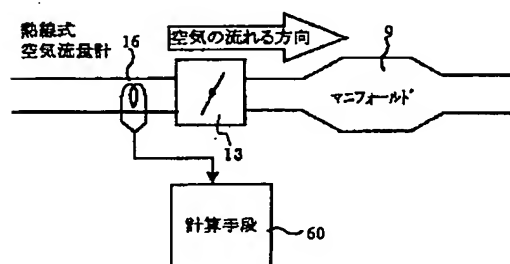
[Drawing 7]

図 7



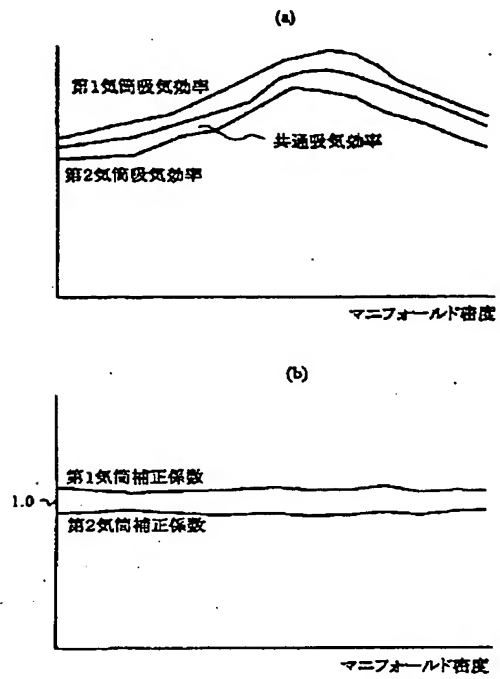
[Drawing 8]

図 8



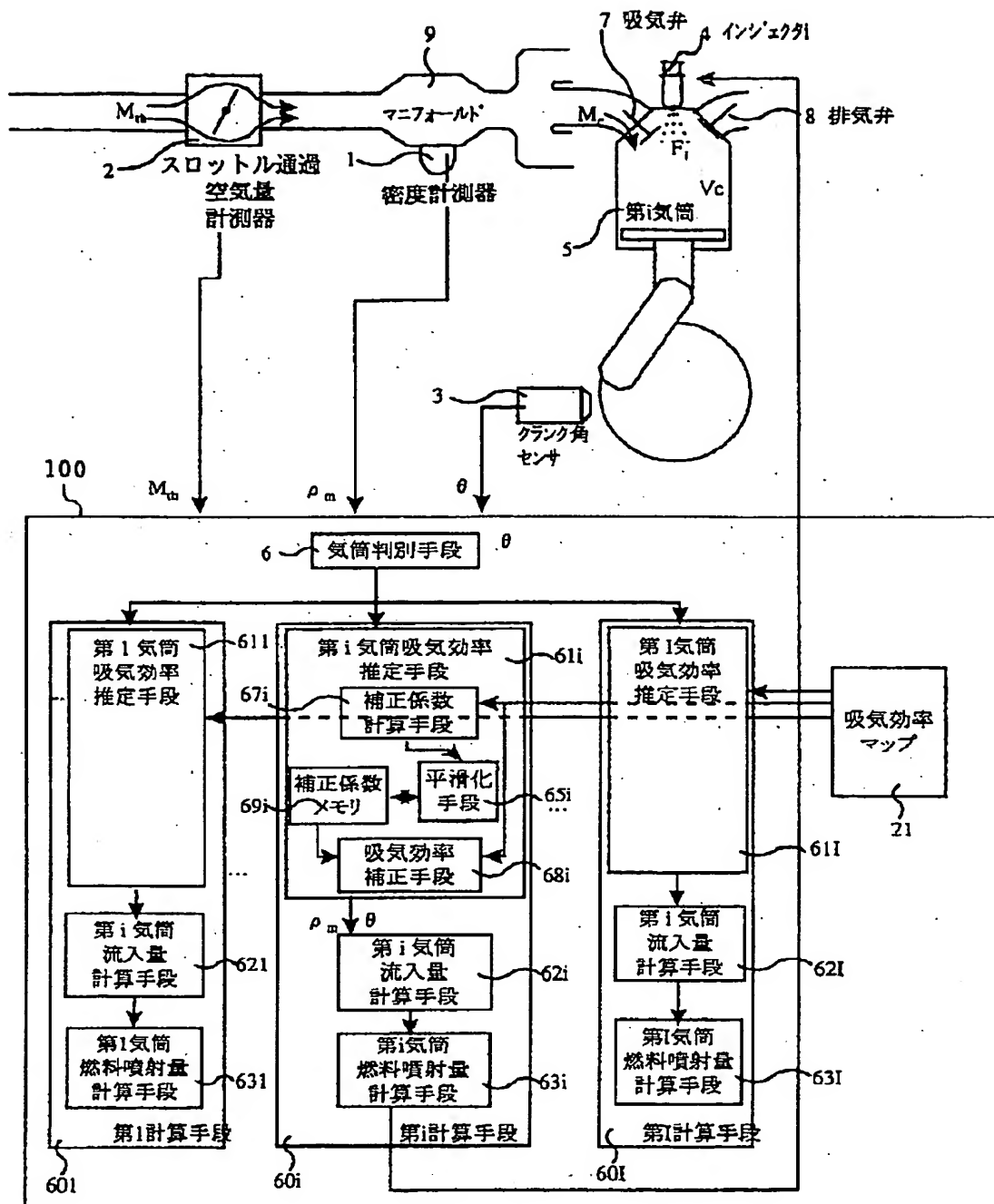
[Drawing 9]

図 9



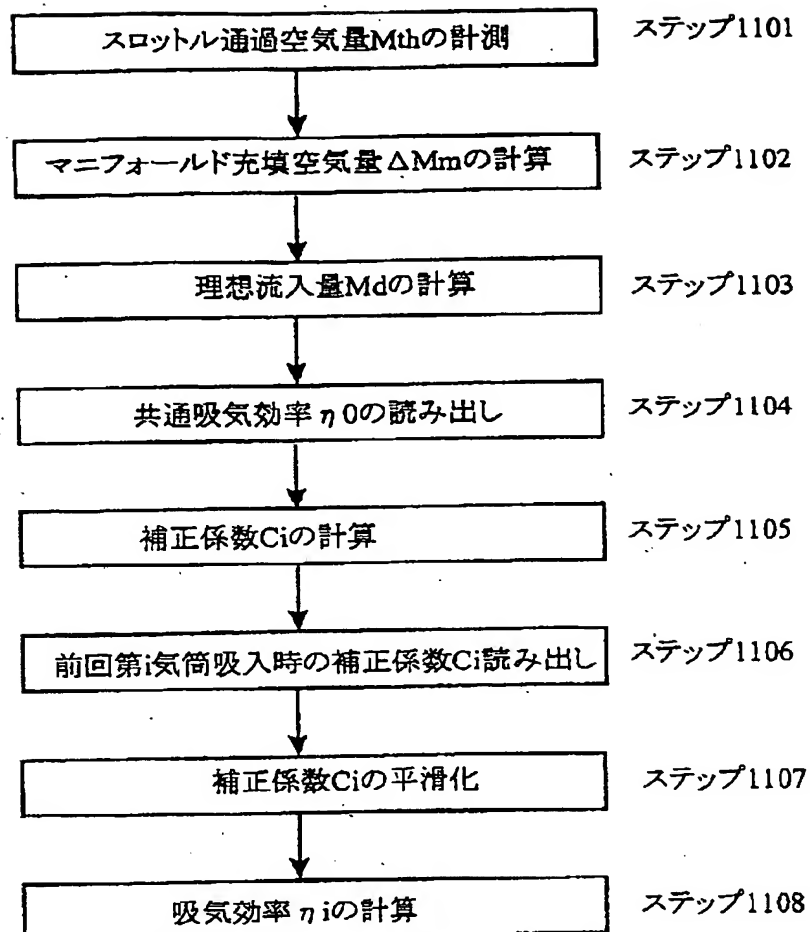
[Drawing 10]

図 10



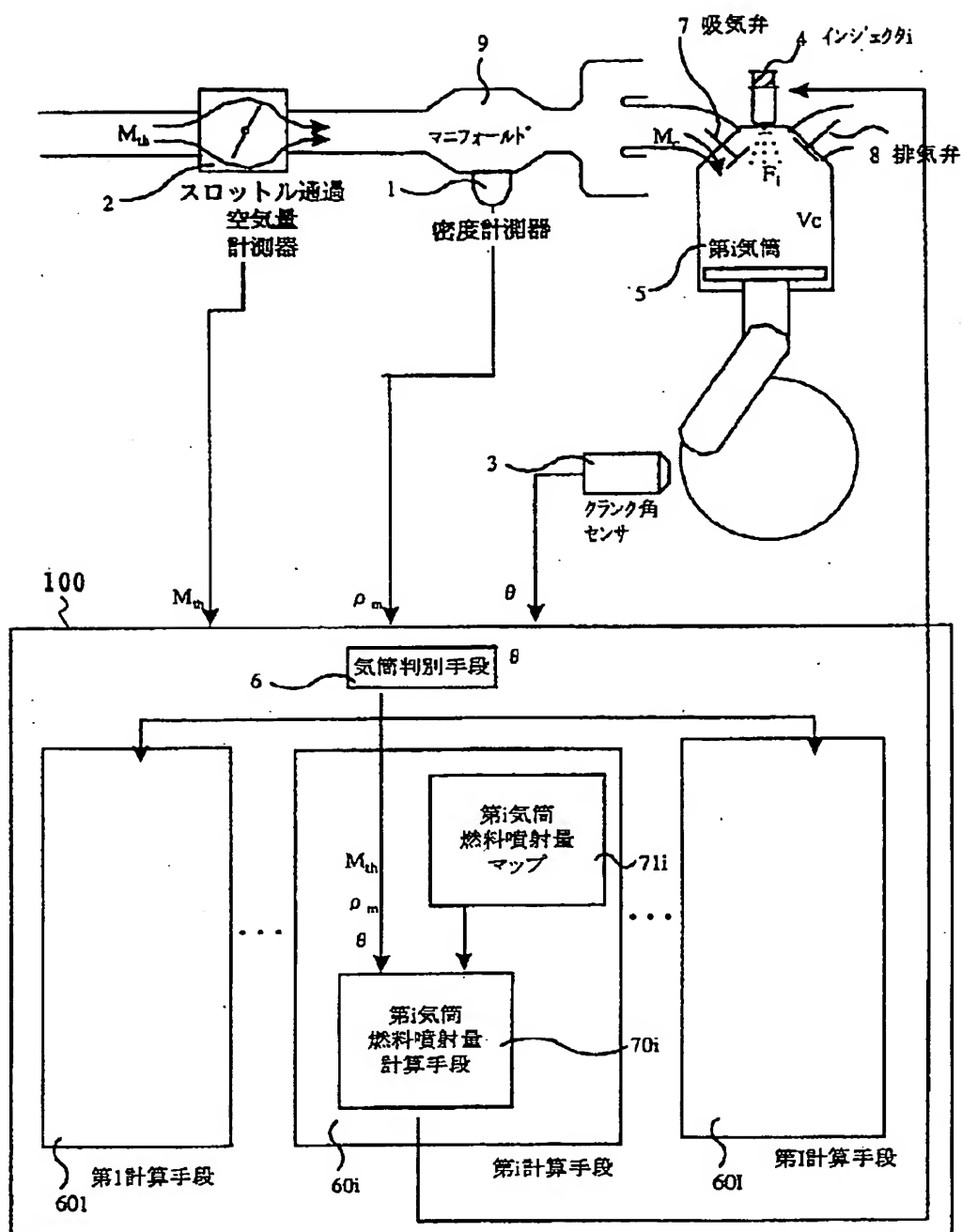
[Drawing 11]

図 11



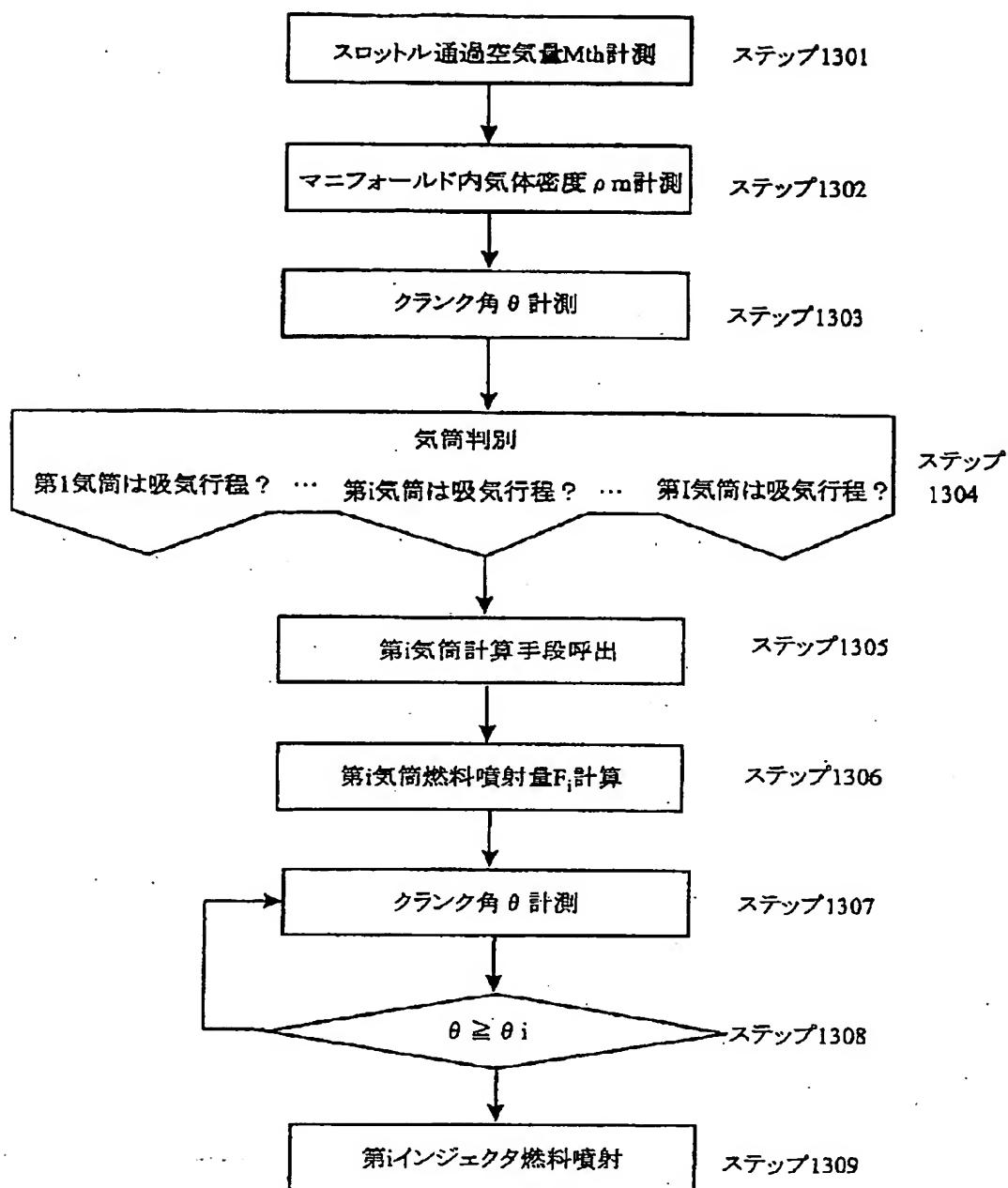
[Drawing 12]

図 12



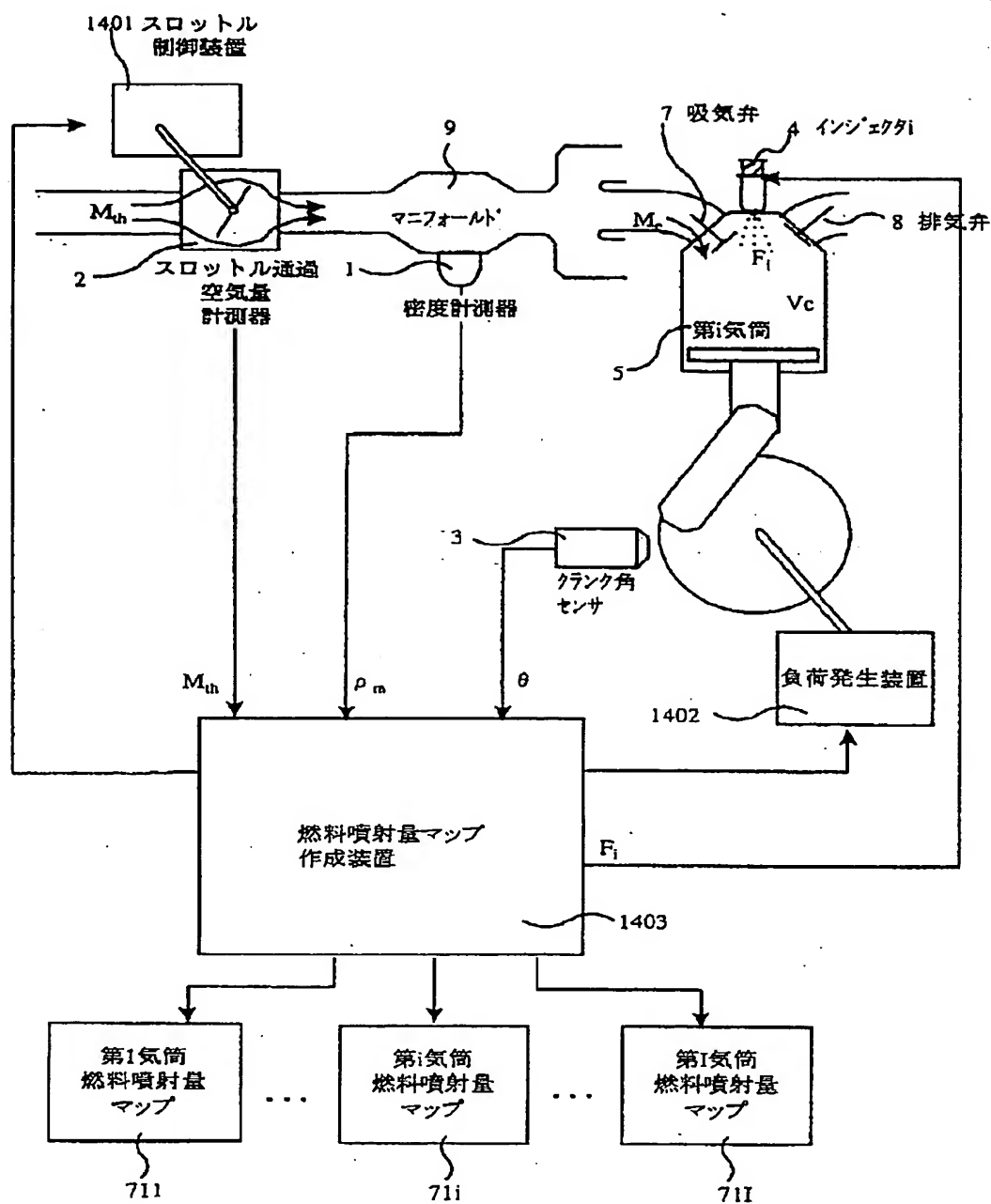
[Drawing 13]

図 13



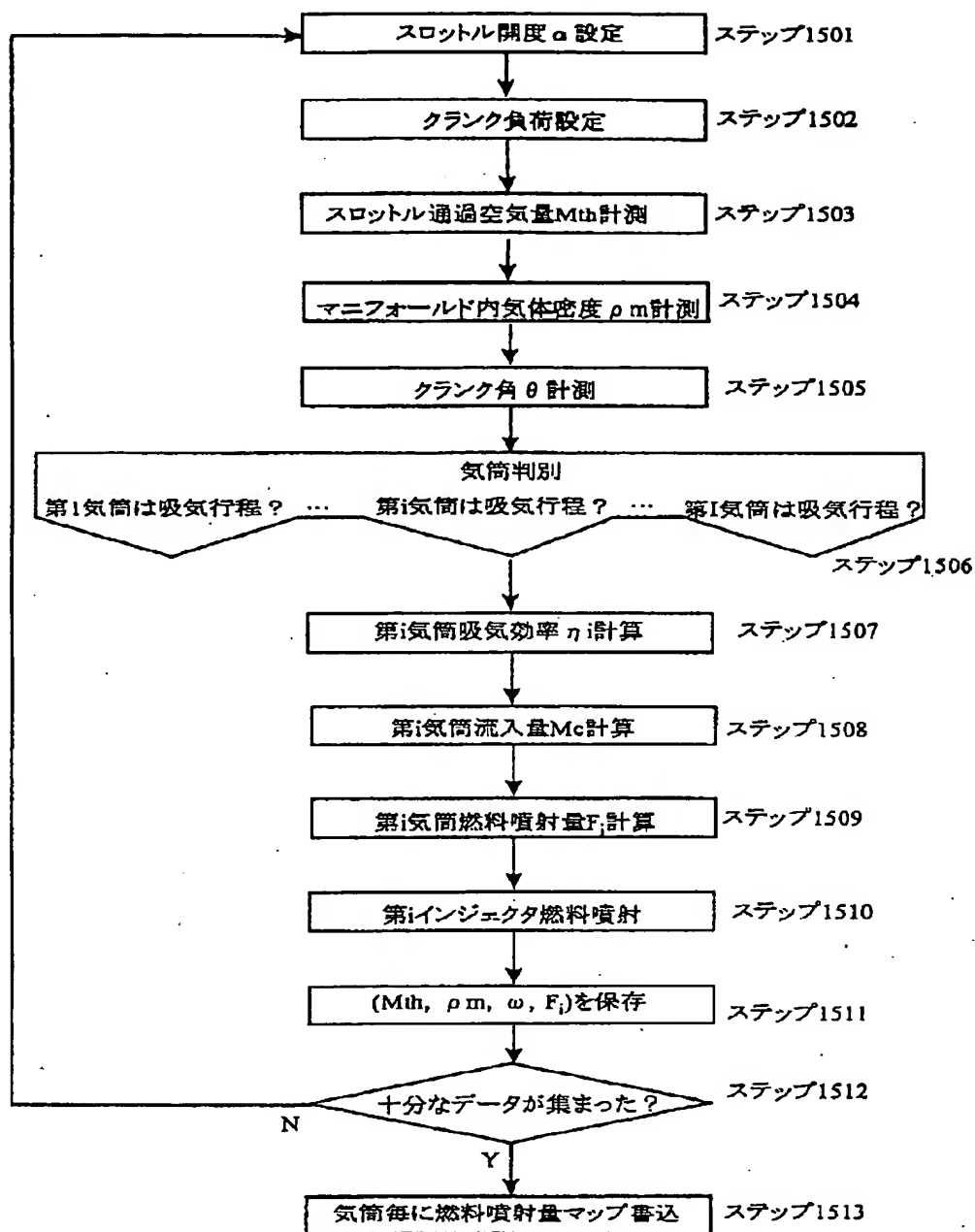
[Drawing 14]

図 14



[Drawing 15]

図 15



[Translation done.]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2001-234798

(P2001-234798A)

(43) 公開日 平成13年8月31日 (2001.8.31)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テームト [*] (参考)
F 0 2 D 41/36		F 0 2 D 41/36	B 3 G 0 8 4
41/04	3 0 5	41/04	3 0 5 A 3 G 3 0 1
41/14	3 1 0	41/14	3 1 0 L
41/18		41/18	G
41/34		41/34	Q
審査請求 未請求 請求項の数12 O L (全 19 頁) 最終頁に続く			

(21) 出願番号 特願2000-50536(P2000-50536)

(22) 出願日 平成12年2月22日 (2000.2.22)

(71) 出願人 000005108

株式会社日立製作所

東京都千代田区神田駿河台四丁目6番地

(72) 発明者 青野 俊宏

茨城県土浦市神立町502番地 株式会社日立製作所機械研究所内

(72) 発明者 小渡 武彦

茨城県土浦市神立町502番地 株式会社日立製作所機械研究所内

(74) 代理人 100074631

弁理士 高田 幸彦 (外1名)

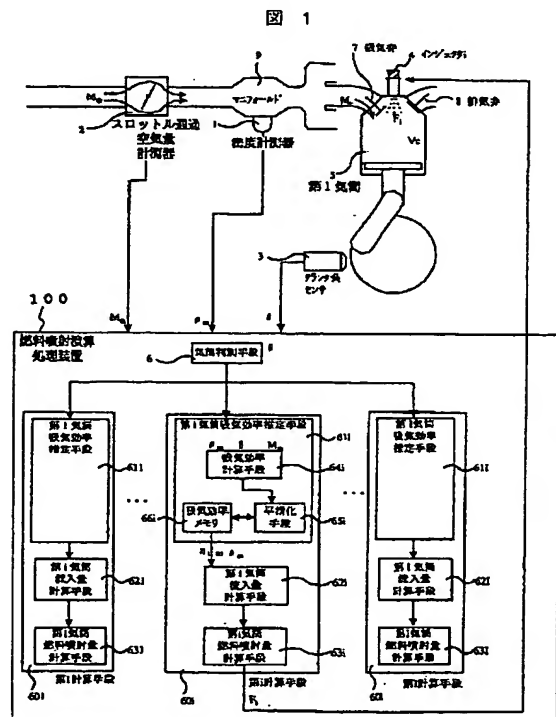
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 内燃機関の空燃比制御装置および気筒毎流入吸気量推定方法

(57) 【要約】

【課題】 エンジン毎、気筒毎に吸気効率のマップを作成することなく、内燃機関の運転状態が色々と変化しても気筒毎の吸入空気量を正確に求めること。

【解決手段】 マニフォールド内の気体の密度を計測し、スロットルを通過する空気量を計測し、内燃機関のクランクの角度を計測し、クランク角に基づき吸気行程にある気筒を識別し、吸気行程の気筒に対応する計算手段が呼び出され、該計算手段は、吸気効率を推定し、吸気効率と上記センサデータに基づき気筒に流入した空気量を計算し、この空気量に基づき該気筒への燃料噴射量を計算することで空燃比を制御する。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】多気筒を備え、各気筒に吸入される空気
の量と気筒に噴射される燃料の比を制御する内燃機関の空
燃比制御装置において、

気筒毎に備えた燃料を噴射するインジェクタを備え、
クランク角に基づき吸気行程にある気筒を識別し、気筒
毎に備えられた計算プログラムの中から吸気行程にある
気筒に対応する計算プログラムを呼び出し、気筒毎の吸
気ばらつきを推定して各気筒毎の吸気量を特定し、かつ
該推定した気筒毎の吸気量に対応して各気筒のインジェ
クタへの燃料噴射量を演算する燃料噴射演算処理装置と
を備えたことを特徴とする内燃機関の空燃比制御装置。

【請求項 2】多気筒を備え、各気筒に吸入される空気
の量と気筒に噴射される燃料の比を制御する内燃機関の空
燃比制御装置において、

スロットルを通過する空気量を計測する流入空気量計測
器と、

内燃機関の吸気マニフォールド内の空気の密度を計測す
る空気密度計測器と、

内燃機関のクランク角を計測するクランク角センサと、
気筒毎に備えた燃料を噴射するインジェクタと、

クランク角に基づき吸気行程にある気筒を識別し、気筒
毎に備えられた計算プログラムの中から吸気行程にある
気筒に対応する計算プログラムを呼び出し、スロットル
を通過する空気量、吸気マニフォールド内の空気の密度
およびクランク角に基づいて気筒毎の吸気特性を推定し
て推定値を求め、かつ該推定値に対応して各気筒のイン
ジェクタへの燃料噴射量を演算する燃料噴射演算処理装
置とを備えたことを特徴とする内燃機関の空燃比制御装
置。

【請求項 3】請求項 2 において、
前記吸気特性は、気筒毎の吸気量または吸気効率である
ことを特徴とする内燃機関の空燃比制御装置。

【請求項 4】請求項 2 の燃料噴射制御装置において、
スロットルを通過する空気量と吸気マニフォールド内の
空気の密度と、クランク角の速度とに基づき各気筒に空
気が取り込まれる際の損失の割合を気筒毎に計算し、こ
の損失の割合とマニフォールド内の空気の密度とクラン
ク角の速度から該気筒に取込まれる空気量を計算し、該
気筒への燃料噴射量を計算することを特徴とした空燃比
制御装置。

【請求項 5】請求項 2 の燃料噴射制御装置において、
スロットルを通過する空気量と吸気マニフォールド内の
空気の密度と、クランク角の速度とに基づき各気筒に空
気が取込まれる際の損失の割合を気筒毎に計算し、この
損失の割合を全気筒に共通して設けた共通吸気効率で割
ることで気筒毎のばらつきを表す補正係数を計算し、該
気筒の前の補正係数との加重平均をとることで補正係
数を平滑化し、平滑化した補正係数を共通吸気効率に掛
けることで各気筒について補正した損失の割合を計算す

ることを特徴とした空燃比制御装置。

【請求項 6】請求項 2 において、
マニフォールドの気体の密度の変化からマニフォールド
を充填するために使われた空気量を計算し、マニフォー
ルド内の気体の密度とクランク角速度とから気体の流れ
の損失を 0 とした場合の気筒への理論流入空気量を計算
し、スロットルを通過した空気量からマニフォールドを
充填するために使われた空気量を引き、その結果を理論
流入空気量で割って吸気効率を計算し、前回の吸気効率
と加重平均を取って吸気効率を平滑化することを特徴と
する内燃機関の空燃比制御装置。

【請求項 7】請求項 3 において、
マニフォールドの気体の密度の変化からマニフォールド
を充填するために使われた空気量を計算し、マニフォー
ルド内の気体の密度とクランク角速度とから気体の流れ
の損失を 0 とした場合の気筒への理論流入空気量を計算
し、スロットルを通過した空気量からマニフォールドを
充填するために使われた空気量を引き、その結果を理論
流入空気量と各気筒共通の共通吸気効率の積で割ること
で補正係数を計算して前回の補正係数と加重平均を取る
ことで補正係数を平滑化し、平滑化した補正係数を共通
吸気効率に掛けることで、各気筒について補正した吸気
効率を計算することを特徴とする空燃比制御装置。

【請求項 8】請求項 2 において、
前記燃料噴射演算処理装置は、燃料噴射量マップを含
み、該燃料噴射量マップを使用して燃料噴射量を計算す
ることを特徴とする内燃機関の空燃比制御装置。

【請求項 9】請求項 2 において、
前記流入空気密度計測器は、マニフォールドに配設され
た圧力センサと温度センサとから構成することを特徴と
する内燃機関の空燃比制御装置。

【請求項 10】請求項 2 において、
前記流入空気密度計測器は、マニフォールドに配設され
た圧力センサと温度センサと、およびスロットルの開度
を計る開度センサとから構成されることを特徴とする内
燃機関の空燃比制御装置。

【請求項 11】請求項 2 において、
前記流入空気密度計測器は、熱線式空気流量計で構成す
ることを特徴とする内燃機関の空燃比制御装置。

【請求項 12】多気筒を備えた内燃機関の気筒毎の流入
吸気量推定方法において、

スロットル通過空気量 M_{th} を計測し、

マニフォールド内の気体の密度 P_m および密度の増加量
 ΔP_m を求め、

この増加量 ΔP_m にマニフォールドの容積 M_d (スロ
ットルと吸気弁とによって仕切られた領域の容積) を掛け
ることでマニフォールド内の気体の増加量 ΔM_m を計算
し、

クランク角を計測してこれを微分してクランク角速度を
計算し、

次の式で吸気効率 q を

$$q = (M t h - \Delta M m) / M d$$

で計算し、次の式で各気筒への吸気量を

$$M c = P m \times (\omega / 4 \pi) \times V c \times q = M d \times q$$

(ここで $1 / C$ は気筒の容積) を計算して求めることを特徴とする気筒毎の流入吸気量推定方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 内燃機関の燃費の向上や排気ガス内の有害物質の低減のために、気筒に吸入される空気の量と気筒に噴射される燃料の比を制御する空燃比制御技術に関する。特に本発明では、気筒別の空燃比のばらつきを解消する技術に関する。

【0002】

【従来の技術】 内燃機関の空燃比を制御するには、気筒に吸入される空気量を計測しこれにもとづいて燃料噴射量を計算し制御したり、あるいは、排気から空燃比を計測してこれを目標値に保つように燃料噴射量を制御する方法があるが、これまで、内燃機関の気筒に吸入される空気量の計測装置、あるいは空燃比の計測装置としては、特開平7-42600号に代表されるマニフォールドに取付けた圧力センサを用いるもの、特開平9-166464号に代表される吸気系配管に取付けられた熱線式空気流量計を用いるもの、特開平7-133738号に代表される排気系配管に空燃比センサを取付け、排気の空燃比を目標値に保つようフィードバックするものなどがあった。

【0003】 一般に、気筒に取込まれる空気量 $M c$ は、マニフォールドの圧力 $P m$ とクランクの回転数 N に比例し、

$$M c = P m * N * \eta * V c / R * T m$$

で近似できることが、広く知られている。ただし、気筒の容積 $V c$ 、気体定数 R 、マニフォールド内の気体の温度 $T m$ である。 η は吸気効率(文献によっては、充填効率、体積効率などと呼ばれることもある)と呼ばれ、マニフォールド・気筒の入口の形状や気筒入口の吸気弁の開閉のタイミングによって、気筒への流入のロスが生じるが、そのロスの結果、何パーセントの空気が気筒に取込まれるかという値である。 η は、マニフォールドの圧力 $P m$ やクランクの回転数 N によって若干変化するもので、 $P m$ や N のマップとして表される。

【0004】 特開平7-42600号では所謂スピードデンシティーという方法を採用している。この方法では、エンジンの回転速度と吸気マニフォールドの圧力の関数としての吸気効率のマップを事前に用意し、運転時には、エンジンの回転速度とマニフォールドの圧力を計測し、エンジンの回転速度とマニフォールドの圧力からマップを検索してえられる吸気効率、観測されるエンジン回転速度、吸気マニフォールド圧力をもとにして吸気量の計算を行っていた。この方式では、内燃機関の運転状態によって変化する吸気効率をマップから検索することで運転

状態が変化しても正しい気筒への吸入空気量を計算できるようにしている。

【0005】 特開平9-166464号では熱線式空気流量計によって気筒への流入空気量を計測している。本方式は、気筒上流の吸気流入通路に熱線式空気流量計を配置し、空気が熱線式空気流量計の配された断面を通過する空気量を計測するものである。本方式では、通過空気の絶対量が直接求められるため、吸気効率のマップがいらないというメリットがある。

10 【0006】 特開平7-133738号では、空気量を計るのではなく、空燃比を計測し、これを目標値に保つように燃料噴射量の制御を行っている。本方式では、排気系集合部に1つの広域空燃比センサを配置し、排気気筒のローテーションと、気筒から排気されてから空燃比センサに影響を及ぼすまでの遅れをモデル化し、気筒毎の空燃比をオブザーバにより推定しようというものである。本方式では、先述の2つの公知例では考慮されてこなかった、気筒別の空燃比を計測している。

20 【0007】 また、吸入空気量について、特開平9-22884号、9-126006号、11-6460号が言及するところである。

【0008】

【発明が解決しようとする課題】 内燃機関の気筒に入る空気量は、気筒毎に約5%～約10%程度ばらつくといわれている。このため、全ての気筒に同じ量の燃料を噴射したのでは、気筒毎に空燃比が異なってきた、燃料を目標空燃比より多く噴射された気筒では、排気ガス中の炭化水素などの有害物質が増えるという問題があり、燃料を目標空燃比より少なく噴射された気筒では、酸化窒素の割合が増えたり、トルクにムラが生じるといった問題がある。

【0009】 マニフォールドから全ての気筒へ空気が流れ込む際の吸気効率の平均を吸気効率のマップとして保持しており、マニフォールドの圧力が一定なら全ての気筒に同じ量の燃料を噴射した方法にあっては、気筒毎の空燃比にばらつきが生じてしまう。

40 【0010】 吸気マニフォールドに流れ込む空気量は正確に求めるが、マニフォールドに流れ込んだ空気が各気筒に分配される割合については考慮しない方法にあっては、全ての気筒に同じ割合で空気が分配されるものとして考えているので、空燃比の気筒毎のばらつきが生じてくる。

【0011】 燃焼して排気過程を経て排気管に達した空気の空燃比を計測して、これを一定に保つために排気管の空燃比センサで燃料の割合が下がったのを観測して、始めて燃料の割合を増加させる方法では、内燃機関2回転分燃焼噴射量の制御が遅れることになる。

50 【0012】 本発明では、燃焼する以前に各気筒に吸入された空気量を推定し、気筒毎への空気の分配のばらつきに対応して燃料を噴射し、気筒毎の空燃比のばらつき

を抑制して高精度な空燃比制御を応答性良く実現することを目的とする。

【0013】

【課題を解決するための手段】本発明は、気筒毎に備えた燃料を噴射するインジェクタを備え、クランク角に基づき吸気行程にある気筒を識別し、気筒毎に備えられた計算プログラムの中から吸気行程にある気筒に対応する計算プログラムを呼び出し、気筒毎の吸気ばらつきを推定し、かつ該推定した気筒毎の吸気量に対応して各気筒のインジェクタへの燃料噴射量を演算する燃料噴射演算処理装置とを備えるようにした。

【0014】本発明は具体的には次に掲げる装置を提供する。

【0015】本発明は、多気筒を備え、各気筒に吸入される空気量と気筒に噴射される燃料の比を制御する内燃機関の空燃比制御装置において、スロットルを通過する空気量を計測する流入空気量計測器と、内燃機関の吸気マニフォールド内の空気の密度を計測する流入空気密度計測器と、内燃機関のクランク角を計測するクランク角センサと、気筒毎に備えた燃料を噴射するインジェクタと、クランク角に基づき吸気行程にある気筒を識別し、気筒毎に備えられた計算プログラムの中から吸気行程にある気筒に対応する計算プログラムを呼び出し、スロットルを通過する空気量、吸気マニフォールド内の空気の密度およびクランク角に基づいて気筒毎の吸気特性を推定して推定値を求め、かつ該推定値に対応して各気筒のインジェクタへの燃料噴射量を演算する燃料噴射演算処理装置とを備えた内燃機関の空燃比制御装置を提供する。

【0016】前記吸気特性は、気筒毎の吸気量または吸気効率である。

【0017】本発明は、多気筒を備えた内燃機関の気筒毎の流入吸気量推定方法において、スロットル通過空気量 M_{th} を計測し、マニフォールド内の気体の密度 P_m および密度の増加量 ΔP_m を求め、この増加量 ΔP_m にマニフォールドの容積 M_d （スロットルと吸気弁とによって仕切られた領域の容積）を掛けることでマニフォールド内の気体の増加量 ΔM_m を計算し、クランク角を計測してこれを微分してクランク角速度を計算し、次の式で吸気効率 q を

$$q = (M_{th} - \Delta M_m) / M_d$$

で計算し、次の式で各気筒への吸気量を

$$M_c = P_m \times (\omega / 4\pi) \times V_c \times q = M_d \times q$$

（ここで $1/C$ は気筒の容積）を計算して求める気筒毎の流入吸気量推定方法を提供する。

【0018】気筒毎の流入吸気量推定によって気筒毎の吸気量ばらつきを平準化し、気筒毎の空燃比のばらつきを制御する方法を提供する。

【0019】

【発明の実施の形態】《発明実施の形態1：気筒別吸気

効率推定に基づく空燃比制御》本発明の構成を図1を用いて説明する。

【0020】内燃機関の外部から取込まれた空気は、スロットルを通過し、マニフォールド9に取込まれる。スロットルの開き具合によって通過する空気の量を調節することで、内燃機関から発生するトルクを調節することができる。

【0021】スロットルを通過した空気は、マニフォールド9を充たし、マニフォールド9の分岐部を通過して、気筒5内に取込まれる。マニフォールド9の分岐部と気筒5の間には吸気弁7があり、これはクランク角度に連動して動作し、該気筒5が吸気行程にあるときに開き、マニフォールド9の空気は該気筒5に取込まれる。

【0022】こうして気筒5に取込まれる空気の量 M_c を計測するために、スロットル通過空気量計測器2、マニフォールド9の集合部にはマニフォールド内の空気の密度を計測する密度計測器1、ならびに、クランク角センサ3が取付けられている。

【0023】燃料噴射演算処理装置100に備えられた気筒判別手段6は、クランク角 θ に基づき、吸気行程にある気筒を判別する。気筒5（第 i 気筒）に流入した空気量 M_c を計算し、この空気量 M_c に基づき該気筒5への燃料噴射量 F_i を計算する計算手段601～60I（但し、 I は気筒の数）は、気筒ごとに用意され、気筒判別手段6により、吸気行程にあると判別された気筒に対応するものが呼び出される。

【0024】呼び出された計算手段60 i では、該気筒5の吸気効率 η_i （ i は1～ I の値を取る気筒の番号）を推定し、推定された吸気効率 η_i と、密度計測器1により計測されたマニフォールドの密度 ρ_m 、クランク角センサ3の出力を微分して得られるクランク回転速度 ω から気筒5への吸入空気量 M_c を計算する。

【0025】マニフォールド9から気筒5に空気が吸入される際に、流れのロスがない理想的な場合を考えれば、気筒5に流れ込む空気の量 M_d は、気筒5の容積を V_c として、

【0026】

【数1】

$$M_d = \rho_m \times (\omega / 4\pi) \times V_c$$

【0027】で与えられるが、実際には、マニフォールド分岐部や気筒入口の形状、吸気弁7の開閉のタイミングにより流れのロスが発生するので、ロスの結果気筒に流れ込む割合（これが吸気効率 η_i である）を用いて、実際に気筒5に流れ込む空気の量 M_c は、

【0028】

【数2】

$$M_c = \rho_m \times (\omega / 4\pi) \times V_c \times \eta_i = M_d \times \eta_i$$

【0029】で計算される。吸気効率は気筒ごとにばらつきがあるので、気筒ごとに計算されることで空燃比の精密な制御が可能となる。吸気効率の計算の方法の一例

は、後程、[吸気効率の計算]にて説明する。

【0030】こうして該気筒5への吸入空気量 M_c が計算されたら、これと目標空燃比 λ から該気筒への燃料噴射量 F_i を、

【0031】

【数3】

$$F_i = M_c / \lambda$$

【0032】より計算する。クランク角 θ から該気筒5の燃料噴射タイミングを判定し、噴射すべきタイミングになったら計算された噴射量 F_i をインジェクタ4より噴射する。

【0033】この動作手順をステップ図としてまとめたのが図2である。まず、スロットルを通過する空気量 M_{th} が計測され(ステップ201)、マニフォールド内の気体の密度 ρ_m が計測され(ステップ202)、クランク角 θ が計測される(ステップ203)。このクランク角 θ に基づいて、第 i 気筒5が吸気行程であるかどうか判別される(ステップ204)。第 i 気筒5が吸気行程であるなら、第 i 計算手段60 i が呼び出され(ステップ205)、第 i 気筒吸気効率推定手段61 $i \sim 61$ I、スロットル通過空気量 M_{th} 、マニフォールド内気体密度 ρ_m 、クランク角 θ を微分して得られるクランク角速度 ω をもとに第 i 気筒5の吸気効率 η_i が計算される(ステップ206)。この吸気効率 η_i と、マニフォールド9内の気体密度 ρ_m と、クランク角速度 ω から、数2に基づいて第 i 気筒5への吸入空気量 M_c が計算される62 $i \sim 62$ I(ステップ207)。該気筒5への吸入空気量 M_c が計算されたら、これと目標空燃比 λ をもとに、数3により該気筒への燃料噴射量 F_i を計算する63 $i \sim 63$ I(ステップ208)。クランク角 θ が該気筒5に燃料を噴射する角度 θ_i になったら(ステップ209、210)、第 i インジェクタ4は計算された量の燃料を噴射する(ステップ211)。

$$\text{第}i\text{気筒の吸気効率} = \frac{\text{スロットル通過空気量} - \text{マニフォールド充填空気量}}{\text{理想流入量}}$$

【0042】となる。

【0043】ところで、スロットル通過空気量 M_{th} の検出精度はあまりよくないことが知られている。吸気効率 η_i は内燃機関の運転状態、特にマニフォールド9内の気体密度 ρ_m とクランク回転速度 ω に依存するが、その変化はゆるやかなので、数6で求められた吸気効率 η_i を平滑化する(65 i)ことで、吸気効率推定の精度を向上させることができる。平滑化した吸気効率 η_i は吸気効率メモリ66 i に記憶する。

【0044】吸気効率 η_i の計算手順を図4を用いて説明する。

【0045】まず、スロットル通過空気量 M_{th} を計測する(ステップ401)。次に、密度計測手段1でマニフォールド9内の気体の密度 ρ_m を求め、この増加量 $\Delta \rho_m$ にマニフォールド9の容積(スロットルと吸気弁7と

*【0034】このように、気筒毎に計算手段601 ~ 60 Iを設け、気筒毎の吸気効率を計算してこれに基づいて気筒への吸入空気量を計算し、気筒への燃料噴射量を計算することで、気筒による吸気効率のばらつきに適応して、空燃比の精密な制御が可能となる。

【0035】[吸気効率の計算]気筒ごとに吸気効率が異なると、吸入行程開始の時点でマニフォールド9内の密度 ρ_m とクランク回転速度 ω が同じであっても、マニフォールド9から気筒5に流入する空気量 M_c が異なるので、マニフォールド9内の空気密度 ρ_m の変化、ひいては、スロットル上下流の密度差に依存するスロットル通過空気量 M_{th} が違ってくる。そこで、スロットルを通過する空気量 M_{th} と、マニフォールド9の密度 ρ_m から吸気効率を算出する64 i 。第 i 気筒5が吸気行程のとき、スロットルを通過する空気流量 M_{th} 、マニフォールド9内の空気量の増加量 ΔM_m を用いると、図3より、第 i 気筒5に流入する空気量 M_{ci} は、

【0036】

【数4】

$$M_{ci} = M_{th} - \Delta M_m$$

【0037】

【数5】

$$\Delta M_m = V_c \times \Delta \rho_m$$

【0038】によって計算される。これと数2より、第 i 気筒の吸気効率 η_i は、

【0039】

【数6】

$$\eta_i = (M_{th} - \Delta M_m) / M_d$$

【0040】で計算できる。この分母は、吸気効率が1で理想的な場合の流入量なので、これを理想流入量 M_d と呼ぶことにすれば、

【0041】

【数7】

$$\text{理想流入量} = \text{スロットル通過空気量} - \text{マニフォールド充填空気量}$$

によって仕切られた領域の容積)をかけることでマニフォールド9内の気体の増加量 ΔM_m を計算する(ステップ402)。

【0046】この後に、クランク角 θ を計測し、これを微分してクランク角速度 ω を計算し、これとマニフォールド9内の気体の密度 ρ_m より数1で気筒 i への理想流入量 M_d を計算し(ステップ403)。これらの計算結果をもとにして数6に基づいて吸気効率 η_i を計算する(ステップ404)。

【0047】前回該気筒5が吸気行程にあったときの吸気効率 η_i を吸気効率メモリ66 i から読み出してきて(ステップ405)、前回求めた吸気効率 η_i と今回の吸気効率 η_i の加重平均をとることで、吸気効率 η_i を平滑化する(ステップ406)。

【0048】このように吸気効率 η_i をもとめること

で、気筒毎のばらつきに適応して、精度良く気筒毎の吸気効率を求められる。

【0049】【密度の計測】気体の密度を計測するための具体的なセンサとしては、圧力センサと温度センサを組み合わせて用いることが一例として挙げられる。密度の定義と気体の状態方程式より、

【0050】

【数8】

$$\rho = n/V = P/RT$$

【0051】であるから、気体の圧力Pを温度Tで割って、気体定数Rで単位を補正することで密度 ρ は求められる。本実施例のようにマニフォールド9の密度を計測するには、図5に示すように、マニフォールド9の集合部に圧力センサ11と温度センサ12を配置して、計算手段60内で数8に従って計算すれば、マニフォールド9内の気体の密度 ρ_m は求められる。

【0052】【スロットル通過空気量の計測1】スロットルを通過する空気量Mthを求めるための具体的なセンサの構成の一例を図6に示す。スロットルを通過する空気量Mthは、スロットル上下流の圧力Pa、Pmと温度Ta、Tm及びスロットル開度 α によって決まる。その求め方は、

【0053】

【数9】

$$M_t = C_t A_t (1 - \cos \alpha) \frac{P_a}{\sqrt{RT_a}} \sqrt{\frac{2k}{k-1}} \sqrt{\left(\frac{P_m}{P_a}\right)^{\frac{2}{k}} - \left(\frac{P_m}{P_a}\right)^{\frac{k+1}{k}}}$$

【0054】であることが、流体力学の本で紹介されている（例えば、松尾一泰著“圧縮性流体力学”、p. 64）。ここで13はスロットル開度センサ、14は圧力センサおよび15は温度センサである。

【0055】従って、図6に示すような構成のセンサを用いてスロットルを通過する空気量Mthを求める手順を図7を用いて説明すると、スロットル上流に配された圧力センサ14で外気圧Paを計測し（ステップ701）、スロットル下流に配された圧力センサ11でマニフォールド圧Pmを計測し（ステップ702）、スロットル上流に配された温度センサ15で外気温Taを計測し（ステップ703）、スロットル下流に配された温度センサ12でマニフォールド温度Tmを計測し（ステップ704）、スロットル開度センサ13でスロットル開度 α を計測し（ステップ705）、計算手段60内で数9を用いてスロットル通過空気量Mthを求めれば良い（ステップ706）。

【0056】【スロットル通過空気量の計測2】スロットル通過空気量Mthを計測する他の方法としては、熱線式空気流量計を用いる方法がある。熱線式空気流量計については、特開9-166464号等で述べられているが、熱線の配された断面を気体が通過する際に熱線から奪われる熱量によって気体の流量を計測しようというもので

ある。本発明の実施例では、図8に示すように、熱線式空気流量計16をスロットルの上流に配置し、この計測データを計算手段60で読込むことで、スロットル通過空気量Mthを計測する。

【0057】このような密度計測手段1とスロットル通過空気量計測手段2を設け、気筒毎に計算手段601～60Iを設け、気筒毎の吸気効率を計算してこれに基づいて気筒への吸入空気量Mcを計算し、気筒への燃料噴射量を計算することで、気筒による吸気効率のばらつきに適応して、空燃比の精密な制御が可能となる。

【0058】《発明実施の形態2：気筒毎ばらつき補正係数を用いる空燃比制御》吸気効率は、内燃機関の運転状態によって緩やかに変化する。【吸気効率の計算】では、現在の計測データより得られた吸気効率を過去の吸気効率と加重平均をとることで平滑化し、精度の向上を図ったが、現在値と過去の値に対する荷重のかけ方によっては、吸気効率の変化に追従できないことも考え得る。

【0059】同一種類の内燃機関であれば、個体による吸気効率の関数の形状の違い、気筒による吸気効率の関数の形状の違いは、それほどないと考えられる。第1気筒の吸気効率、第2気筒の吸気効率と、全気筒の平均的な吸気効率を示す共通吸気効率をマニフォールド内の気体の密度の関数としてグラフ化すると、例えば図9

(a) のようになり、各気筒の吸気効率を共通吸気効率で割った補正係数は、例えば図9(b)のように、1.0付近のなだらかな関数になるものと考えられる。そこで、内燃機関の運転状態によってかわる動的な部分は共通の吸気効率マップを事前に用意して、気筒毎、内燃機関の個体毎によってかわるスケールパラメータの部分の補正係数として推定し、共通の吸気効率マップと気筒毎の補正係数を掛け合わせることで、内燃機関の運転状態の変化による吸気効率の変化に追従し、かつ、気筒毎、内燃機関個体毎の吸気効率のばらつきにも対応できる吸気効率推定手段について述べる。

【0060】図10に構成を示す。図1と同じ構成には同一番号を付してあり、説明を繰り返さない。図1に示される空燃比制御装置と比べて、全気筒に共通する吸気効率マップ21が新たに用意されていて、しかも、各気筒に対応した吸気効率推定手段611～61Iが異なっている。

【0061】第i気筒5の吸気効率推定手段61iは、スロットル通過空気量Mthとマニフォールド9の空気密度Mthとクランク角速度 ω から補正係数Ciを推定する補正係数計算手段67iと、前回該気筒5が吸気行程にあったときの補正係数Ciを記憶しておき、あらたに今回計測データから求められた補正係数Ciとの加重平均をとった結果を記憶しておく補正係数メモリ69iと、この加重平均を計算する平滑化手段65iと、求められた補正係数Ciと吸気効率マップ21から読込んで

きた吸気効率 η_0 とから気筒毎の違いを補正された補正吸気効率 η_i を計算する吸気効率補正手段68iとからなる。

【0062】図10の空燃比制御装置のうち、吸気効率推定手段611～61I以外の部分は図1のものと全く同一なので、ここでは、吸気効率推定手段61iの動作について説明する。

【0063】吸気効率 η_i を、全ての気筒に共通で内燃機関の運転状態により変化する成分 η_0 と、気筒毎のばらつきによるスケールファクタの成分 C_i の積 $\eta_i = \eta_0 \times C_i$ として考えれば、数6より、

【0064】

【数10】

$$C_i = (M_{th} - \Delta M_m) / M_d \times \eta_i$$

【0065】となり、数6の右辺を、吸気効率マップ21から読込んできた共通吸気効率 η_0 で割ることで、運転状態によって変化する成分が除去されて、気筒毎にほぼ一定の値をとる補正係数 C_i が得られる。

【0066】これを平滑化した上で、吸気効率マップ21から運転状態に応じて共通吸気効率 η_0 を読込んできて掛けることで、気筒毎のばらつきが補正された吸気効率 η_i が得られる。

【0067】本吸気効率推定手段61iにおける、吸気効率 η_i の推定手順を、図11のステップ図を用いて説明する。

【0068】最初にスロットル通過空気量 M_{th} を計測する(ステップ1101)。次に、密度計測手段1から計測されるマニフォールド9内の気体の密度 ρ_m からマニフォールド9内の気体の増加量 ΔM_m を計算する(ステップ1102)。

【0069】この後に、クランク角速度 ω とマニフォールド9内の気体の密度 ρ_m より数1で気筒iへの理想流入量 M_d を計算し(ステップ1103)、内燃機関の運転状態に応じて吸気効率マップ21から共通吸気効率 η_0 を読出す(ステップ1104)。これらの計算結果をもとにして数10に基づいて補正係数 C_i を計算する(ステップ1105)。

【0070】前回該気筒が吸気行程にあったときの補正係数 C_i を補正係数メモリ21から読出してきて(ステップ1106)、前回求めた補正係数 C_i と今回の補正係数 C_i の加重平均をとることで、補正係数 C_i を平滑化する(ステップ1107)。

【0071】この補正係数 C_i を共通吸気効率 η_0 に掛けること吸気効率 η_i が求められる(ステップ1108)。

【0072】このように吸気効率 η_i を、内燃機関の運転状態に依存して変化する共通吸気効率 η_0 と、気筒に依存する補正係数 C_i に分けて考え、共通吸気効率 η_0 は事前にマップを用意しておき、補正係数 C_i は運転時に推定することで、気筒毎に異なる吸気効率を精度良

く、しかも内燃機関の運転状態の変化による吸気効率の変化に素早く追従して求めることができる。

【0073】《発明実施の形態3：気筒毎に燃料噴射量マップを設ける空燃比制御》《発明実施の形態1》では、内燃機関の運転を行いながら吸気効率の推定を行い、この吸気効率に基づいて燃焼噴射量を計算したが、センサデータと燃料噴射量の関係のマップを気筒毎に用意し、このマップを検索することで気筒毎の燃料噴射量を制御して、気筒毎空燃比を精密に制御するという空燃比制御装置も考えられる。このような装置のメリットは、空燃比制御装置に搭載する計算手段が低い計算性能のものでも高精度な気筒別空燃比制御が実現できるということである。

【0074】この空燃比制御装置の構成を図12を用いて説明する。なお、マップの作成方法については後ほど[燃料噴射量マップの作成]にて述べる。

【0075】本装置の構成は、図1に示す空燃比制御装置と比べて、各気筒に備えられた計算手段601～60Iが異なる。この計算手段601～60Iは、計測データと各気筒毎の燃料噴射量の関係を示す燃料噴射量マップ711～71Iと、スロットル通過空気量 M_{th} 、マニフォールド内気体密度 ρ_m 、クランク角速度 ω をもとに燃料噴射量マップ711～71Iから燃料噴射量を読出してインジェクタ4に噴射量の指令を送る燃料噴射量計算手段701～70Iからなる。

【0076】このような計算手段601～60Iを各気筒に備えた空燃比制御装置の動作手順について図13を用いて説明する。

【0077】まず、スロットルを通過する空気量 M_{th} の計測(ステップ1201)、マニフォールド内の気体の密度 ρ_m の計測(ステップ1202)、クランク角 θ の計測(ステップ1203)が行われる。このクランク角 θ に基づき第i気筒5が吸気行程であるかどうか判別され(ステップ1204)、第i気筒5が吸気行程であるなら、第i計算手段60iが呼び出される(ステップ1205)。

【0078】第i計算手段が呼出されると、スロットル通過空気量 M_{th} 、マニフォールド内気体密度 ρ_m 、クランク角速度 ω をもとに、燃料噴射量計算手段70iは燃料噴射量マップ71iを検索することで、第i気筒への燃料噴射量 F_i を求める(ステップ1206)。クランク角 θ が該気筒5に燃料を噴射する角度 θ_i になったら(ステップ1207、1208)、第iインジェクタは計算された量 F_i の燃料を噴射する(ステップ1209)。

【0079】[燃料噴射量マップの作成]燃料噴射量マップ711～71Iの作成するための装置について図14を用いて説明する。

【0080】燃料噴射量マップ711～71Iを作成するために、内燃機関のスロットルの開度を制御すること

でスロットル通過空気量 M_{th} を制御するスロットル制御装置1401と、クランクに取付けられて負荷を与えることでクランクの回転速度 ω を調節する負荷発生装置1402と、スロットル通過空気量計測器2、マニフォールド圧計測器1、クランク角センサ3からのセンサデータをもとに燃料噴射量を計算し、これらセンサデータと燃料噴射量の関係を燃料噴射量マップ711~71Iに記録する燃料噴射量マップ作成装置1403を用いる。

【0081】燃料噴射量マップ作成装置1403の動作手順について図14を用いて説明する。

【0082】まず、燃料噴射量マップ作成装置1403は、スロットル開度の指令値をスロットル制御手段1401に送り（ステップ1501）、クランクに与える負荷を負荷発生手段1402に送る（ステップ1502）。これによって、内燃機関の運転状態が設定され、様々なスロットル流量 M_{th} 、マニフォールド密度 ρ_m 、クランク角速度 ω を実現することができる。こうして運転状態を設定された内燃機関のスロットル通過空気量 M_{th} （ステップ1503）、マニフォールド密度 ρ_m （ステップ1504）、クランク角 θ （ステップ1505）を、燃料噴射マップ作成装置1403は読み込む。燃料噴射マップ作成装置1403は読み込んだクランク角 θ に基づいて、どの気筒が吸気行程にあるのか、判別を行う（ステップ1506）。この判別結果に基づいて、吸気行程にある気筒5の吸気効率 η_i の計算が燃料噴射マップ作成装置内1403で行われる（ステップ1507）。吸気効率 η_i の計算方法は、前述の「吸気効率の計算」と同一である。吸気効率 η_i の計算に引き続き、該気筒5に流入した空気量 M_c の計算（ステップ1508）、該気筒5に噴射する燃料の計算 F_i （ステップ1509）を行う。この計算方法は、《発明の実施形態1》で述べたものと同一である。計算された燃料噴射量 F_i に基づき、燃料噴射マップ作成装置1403は該気筒5のインジェクタ4に燃料噴射指令を送り、インジェクタ4は燃料を噴射する（ステップ1510）。このときのスロットル通過空気量 M_{th} 、マニフォールド密度 ρ_m 、クランク角速度 ω 、燃料噴射量 F_i のセットは、気筒毎に燃料噴射量マップ作成装置内1403に保存される（ステップ1511）。十分な量の計測データと噴射量のセットが保存されたなら、これらのデータを補間して、スロットル通過空気量 M_{th} 、マニフォールド密度 ρ_m 、クランク角速度 ω から燃料噴射量を検索するためのマップを気筒毎に作成し、このマップを空燃比制御装置内の燃料噴射量マップ711~71Iに書込む（ステップ1513）。十分な計測データと噴射量のセットが保存されていないなら、ステップ1501に戻って、さらにデータ収

集を行う。

【0083】このように、《発明の実施形態1》での燃料噴射量の計算を、空燃比制御装置とは別に用意した燃料噴射量マップ作成装置1403で行い、その結果を空燃比制御装置内の燃料噴射量マップ711~71Iに書込み、実際の運転の際にはこのマップを検索することで燃料噴射量を制御することで、空燃比制御装置内の計算手段601~60Iの計算負荷を低く抑えつつ、気筒毎の吸気効率のばらつきに対応した精密な空燃比制御が可能となる。

【0084】

【発明の効果】エンジンや気筒毎に異なる吸気効率を推定しながら気筒への吸入空気量を計測し燃料噴射量を制御することで、気筒内の空燃比を精密に制御することが可能となる。これによって、内燃機関の燃費の改善、排気ガス中の有害物質の低減に寄与することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施形態の構成の一例を示す図。

【図2】本発明の実施形態の動作手順の一例を示す図。

【図3】本発明の実施形態における空気量の増減の関係を示す図。

【図4】本発明の実施形態の吸気効率の推定手順の一例を示す図。

【図5】本発明の実施形態の密度計測のためのセンサ構成の一例を示す図。

【図6】本発明の実施形態のスロットル通過空気量の計測のためのセンサ構成の一例を示す図。

【図7】本発明の実施形態のスロットル通過空気量の計算手順の一例を示す図。

【図8】本発明の実施形態のスロットル通過空気量の計測のためのセンサ配置の他の一例を示す図。

【図9】気筒毎の吸気効率のばらつきと運転状態による吸気効率の変化を示す図の一例を示す図。

【図10】本発明の共通の吸気効率マップを用いる実施形態の一例を示す図。

【図11】本発明の共通の吸気効率マップを用いる実施形態の動作手順の一例を示す図。

【図12】本発明の気筒別の吸気効率マップを事前に用意する実施形態の一例を示す図。

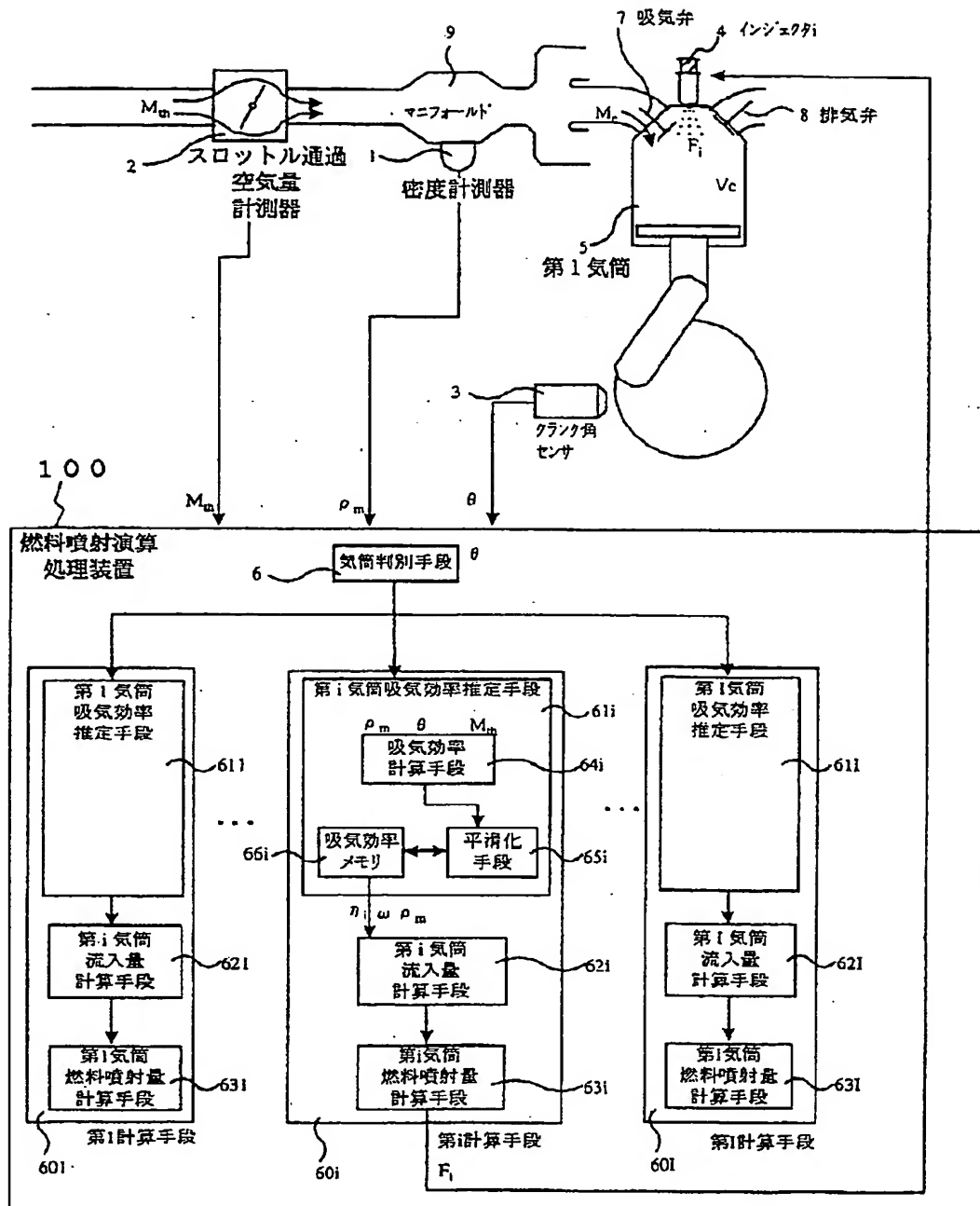
【図13】本発明の気筒別の吸気効率マップを事前に用意する実施形態の動作手順の一例を示す図。

【図14】本発明の気筒別の吸気効率マップを事前に用意するための手段の一例を示す図。

【図15】本発明の気筒別の吸気効率マップを事前に用意する手順の一例を示す図。

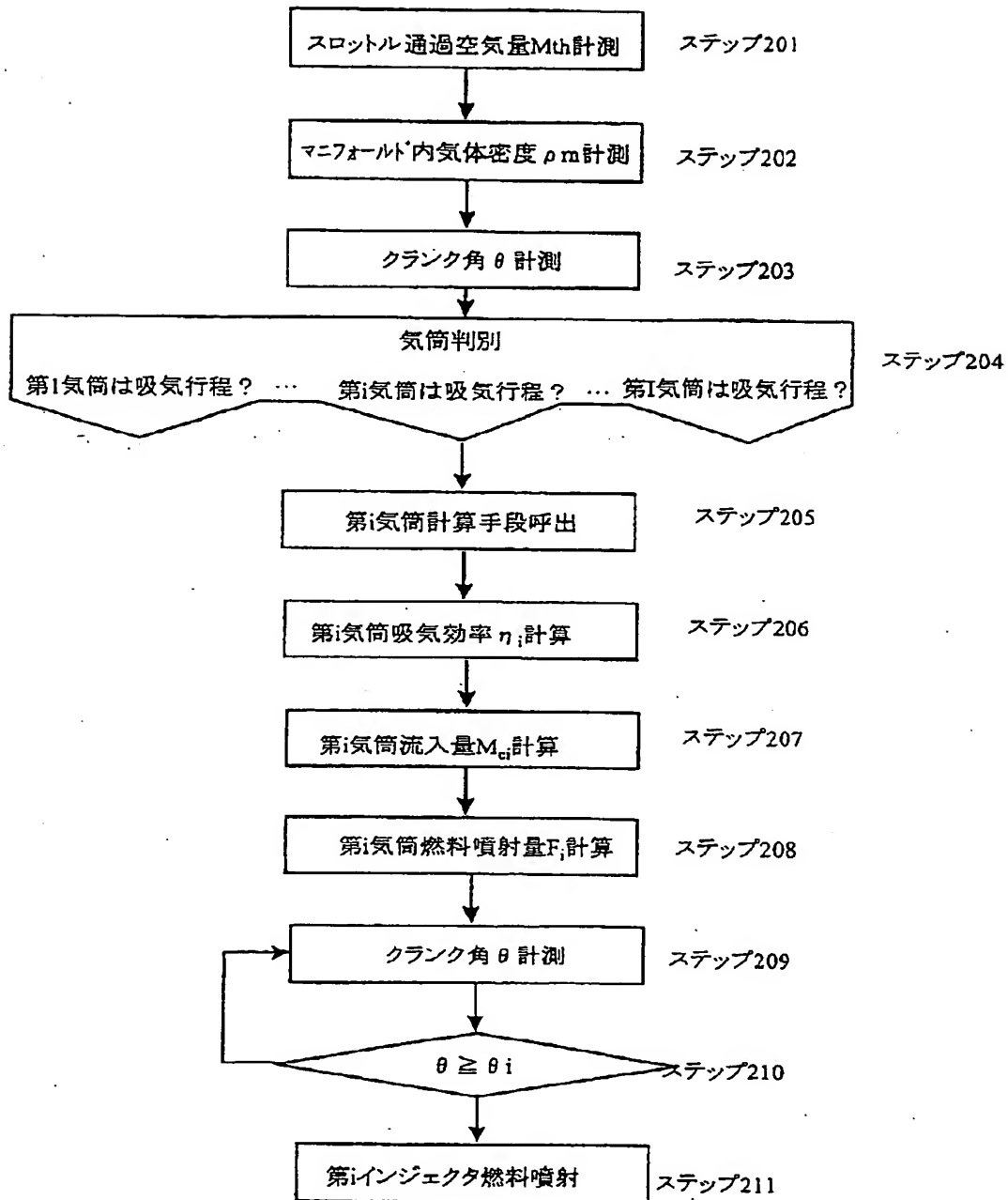
【図1】

図 1



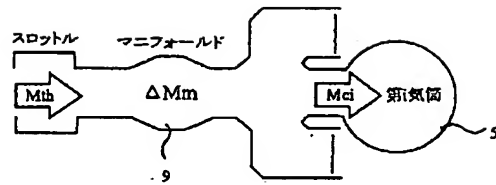
【図2】

図 2



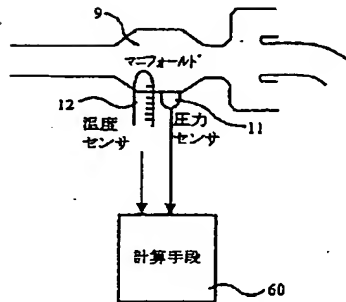
【図3】

図 3



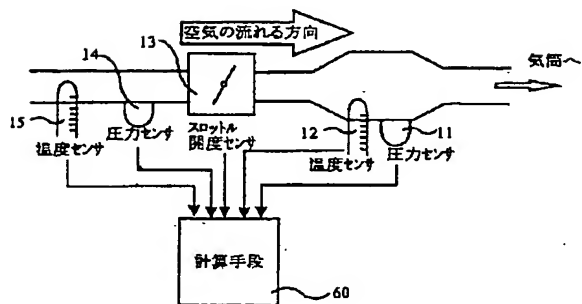
【図5】

図 5



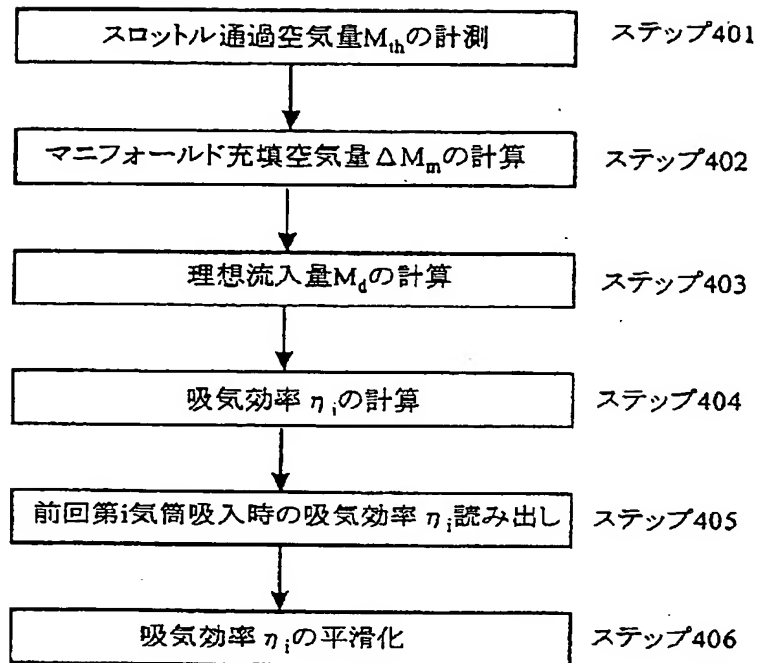
【図6】

図 6



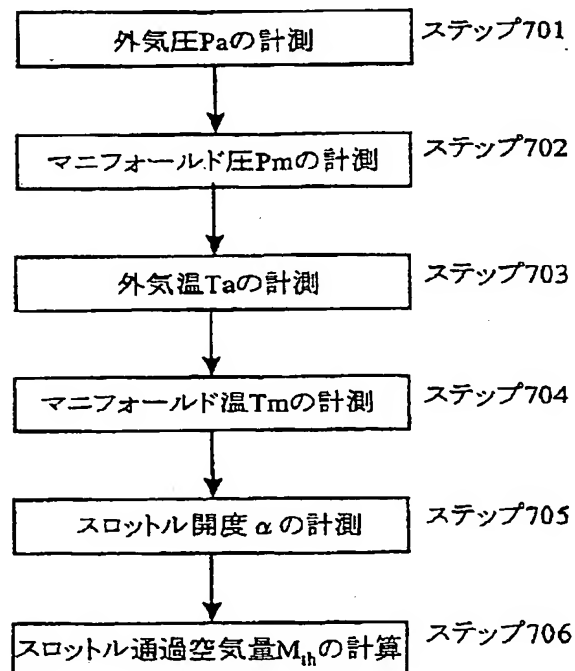
【図4】

図 4



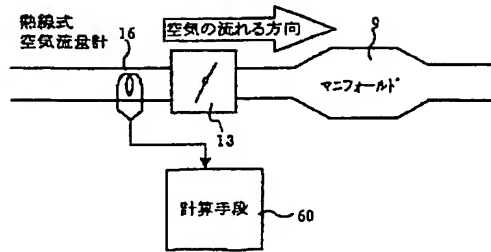
【図7】

図 7



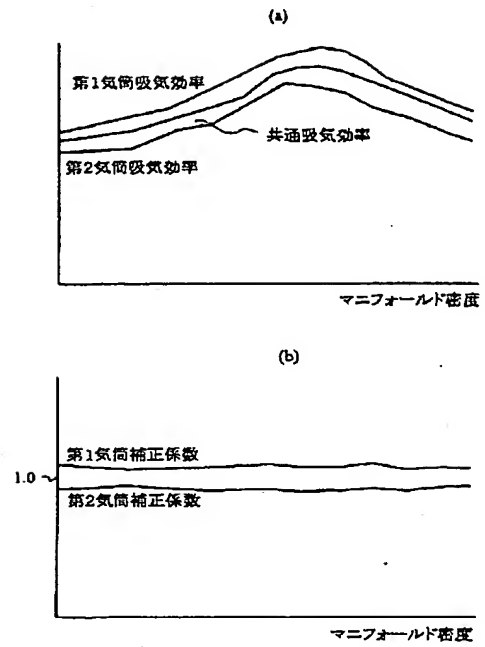
【図8】

図 8



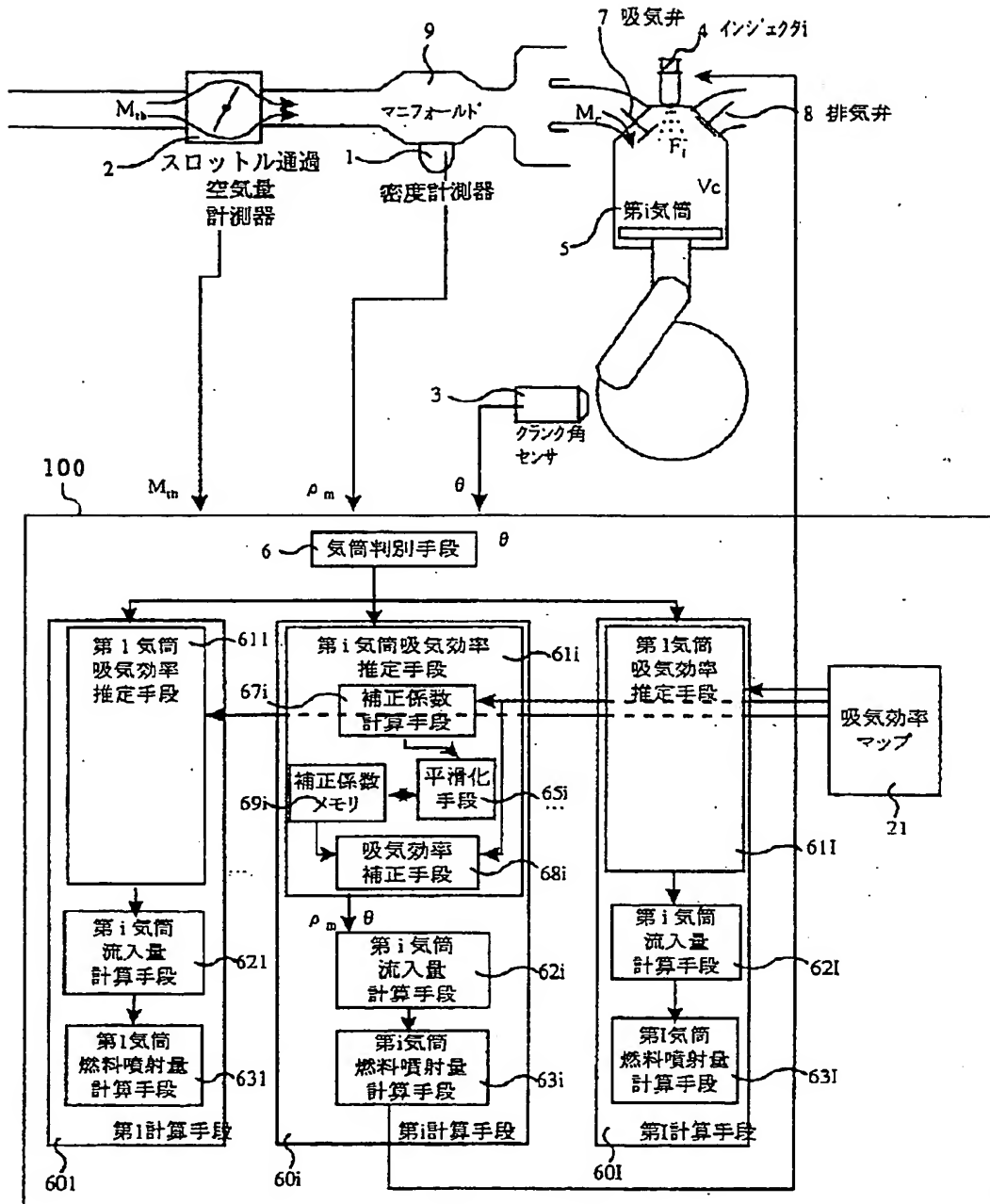
【図9】

図 9



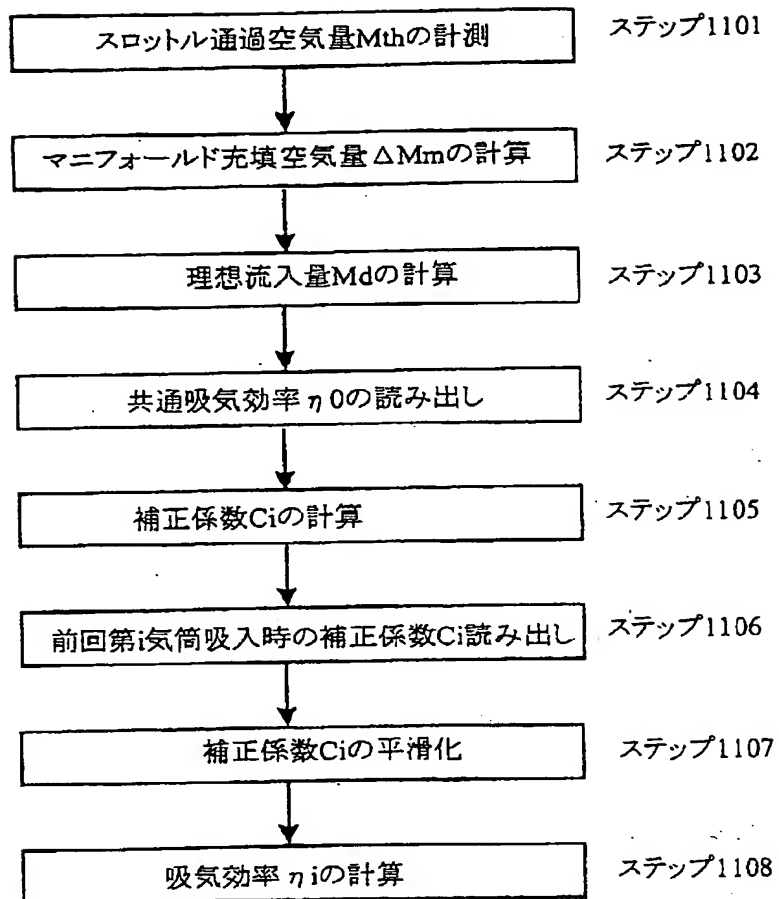
【図10】

図 10



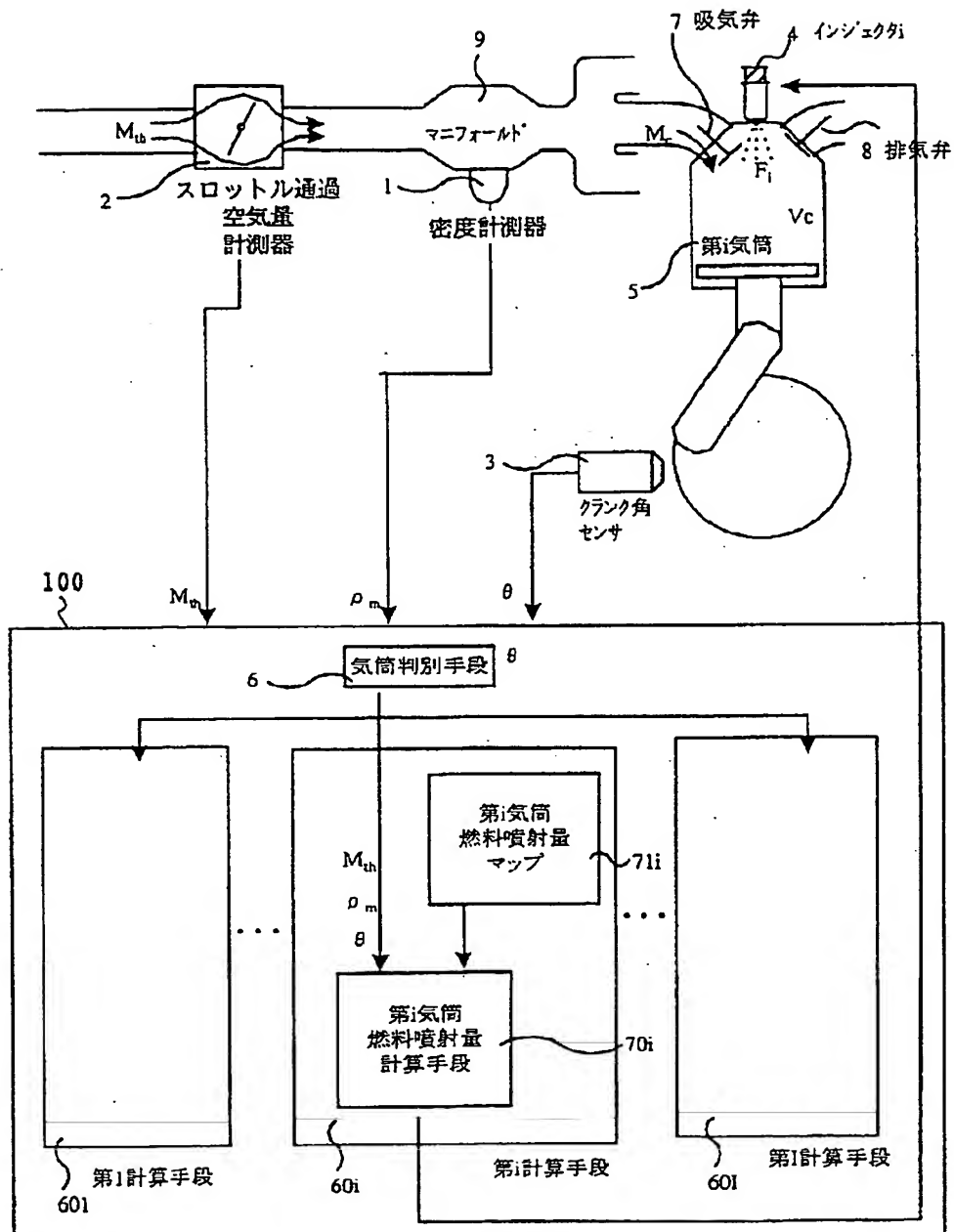
【図11】

図 11



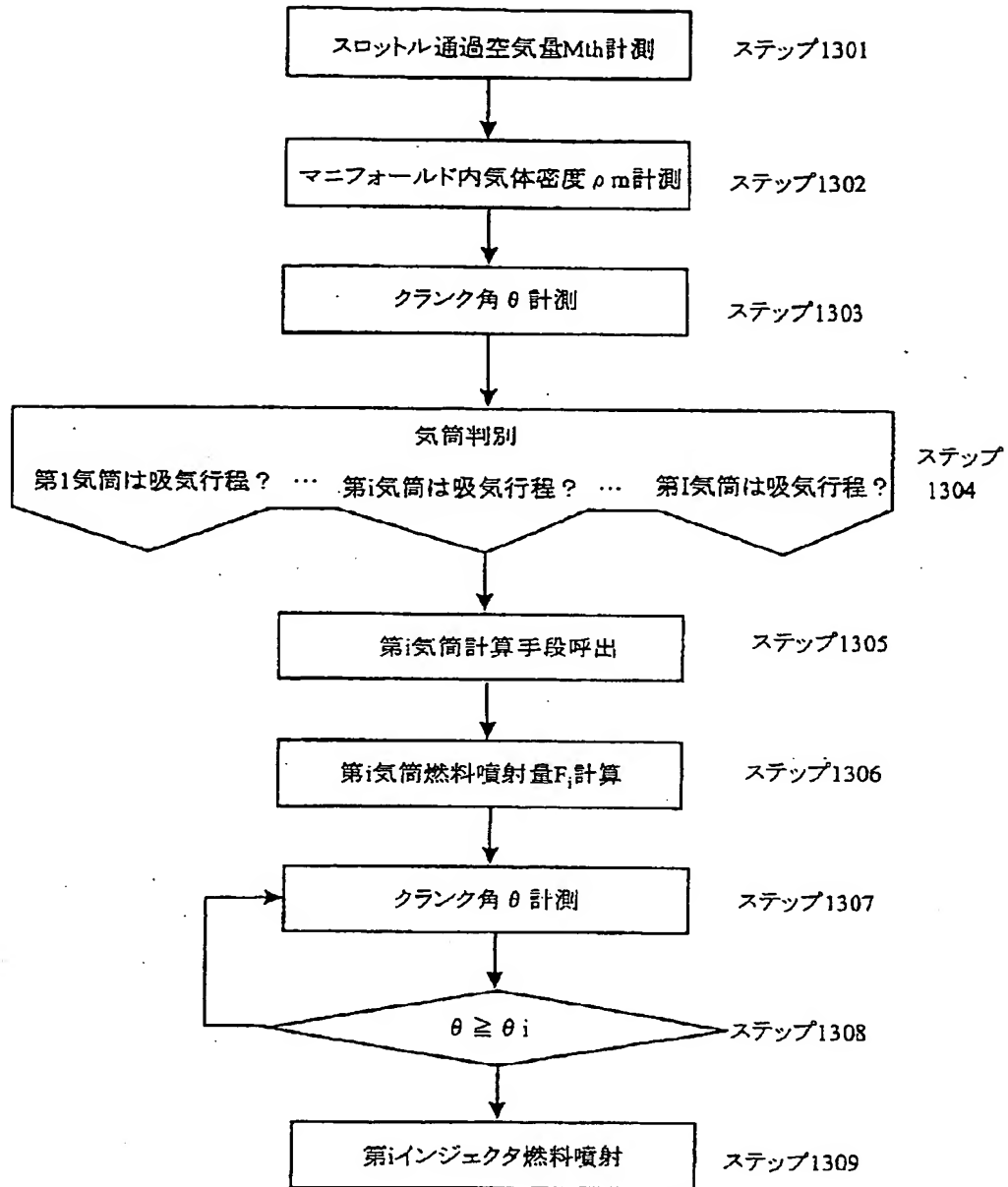
【図12】

図 12



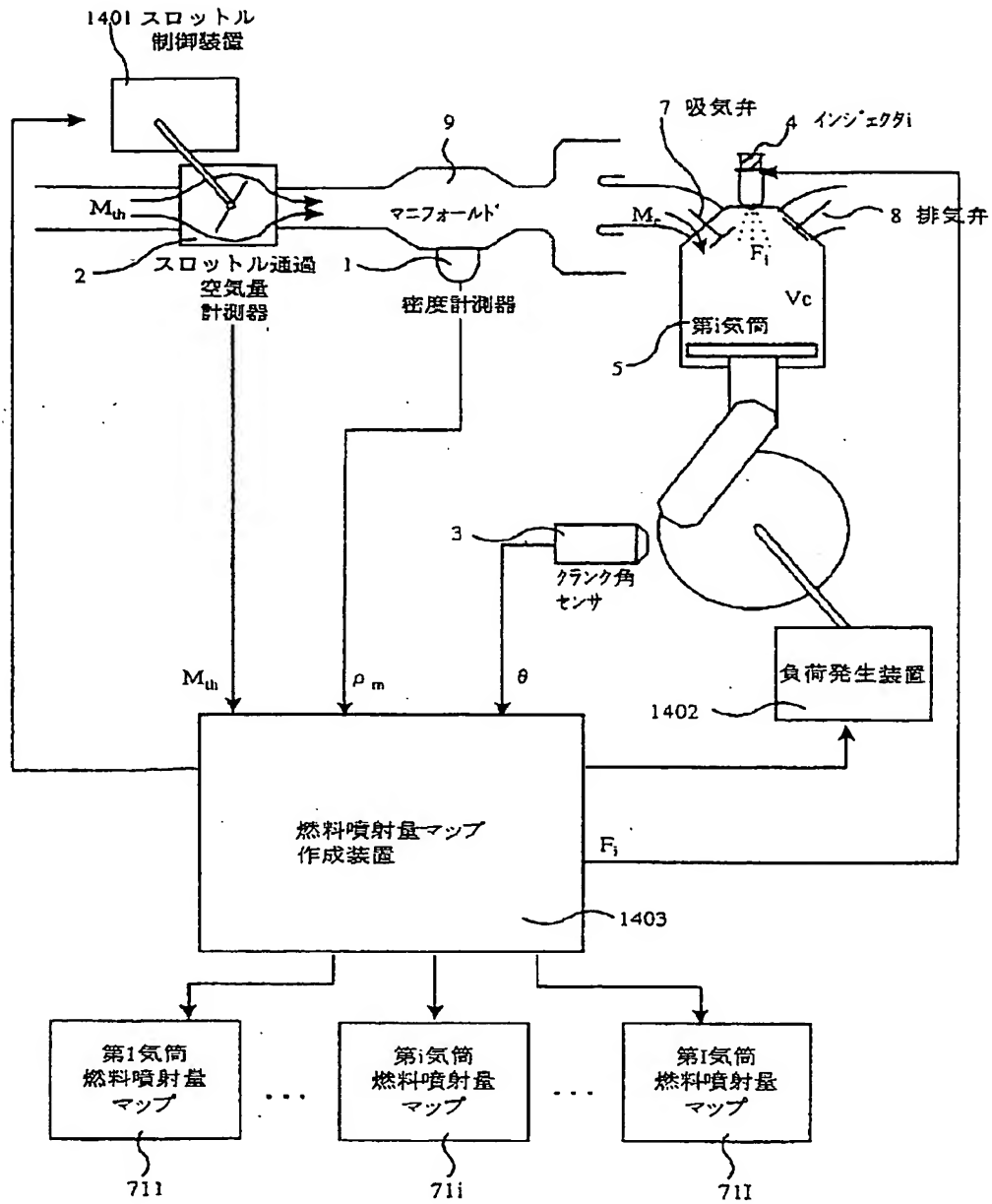
【図13】

図 13



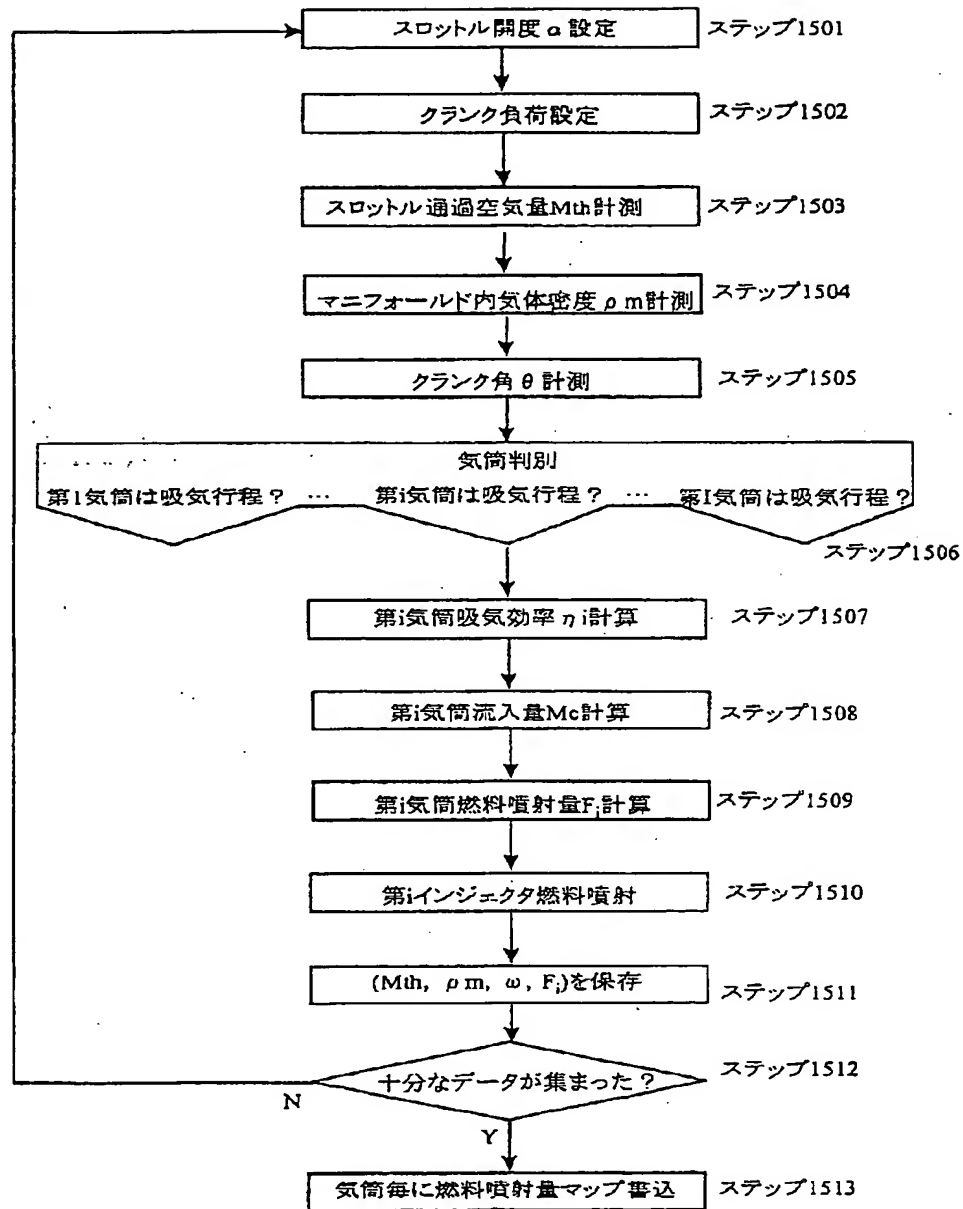
【図14】

図 14



【図15】

図 15



フロントページの続き

(51) Int. Cl.⁷
F 0 2 D 45/00識別記号
3 6 6F I
F 0 2 D 45/00

テームコード* (参考)

3 6 6 E

3 6 6 F

3 6 6 B

F ターム(参考) 3G084 AA03 BA09 BA13 BA15 DA25
EA05 EB02 EB25 FA02 FA07
FA08 FA10 FA11 FA38
3G301 HA04 HA06 JA02 JA21 MA01
MA12 MA18 NA02 NA05 NB02
NB03 NC02 PA01Z PA04Z
PA07Z PA10Z PA11Z PE03Z
PE05Z

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☒ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☒ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☒ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.